LAPORAN TUGAS AKHIR

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN MESIN *AUTOMATED GUIDED VEHICLE* (AGV) PROSES *MATERIAL HANDLING* DENGAN METODE *ERGONOMIC FUNCTION DEPLOYMENT* (EFD)

Oleh:

AHMAD ZULFAN FAUZY

NPM: 19052001

PROGAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS WIJAYA PUTRA

2023

LAPORAN TUGAS AKHIR

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN MESIN *AUTOMATED GUIDED VEHICLE* (AGV) PROSES *MATERIAL HANDLING* DENGAN METODE *ERGONOMIC FUNCTION DEPLOYMENT* (EFD)

Diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh

Gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik

Universitas Wijaya Putra

Oleh:

AHMAD ZULFAN FAUZY

NPM: 19052001

PROGAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS WIJAYA PUTRA

2023

HALAMAN PERSETUJUAN

NAMA	: Ahmad Zulfan Fauzy
NPM	: 19052001
FAKULTAS	: Teknik
PROGAM STUDI	: Teknik Industri,
JUDUL	: PERANCANGAN DAN PEMBUATAN MESIN *AUTOMATED GUIDED VEHICLE* (AGV) PROSES *MATERIAL HANDLING* DENGAN METODE *ERGONOMIC FUNCTION DEPLOYMENT* (EFD)

Surabaya, 04 April 2023

Mengetahui,	Disetujui Oleh:
Dekan Fakultas Teknik	Dosen Pembmbing
Ong Andre Wahju Rijanto, S.T.,M.T	Onny Purnamayudhia,ST.,SE.,MM
NIDN. 0005047201	NIDN. 0714050790

HALAMAN PENGESAHAN

Telah diterima dan disetujui oleh tim penguji Tugas Akhir serta dinyatakan LULUS, dengan demikian Tugas Akhir ini sah untuk melengkapi syarat-syarat mencapai gelar sarjana Teknik pada **Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Wijaya Putra**, Kepada :

NAMA : Ahmad Zulfan Fauzy

NPM : 19052001

JUDUL : PERANCANGAN DAN PEMBUATAN MESIN *AUTOMATED GUIDED VEHICLE* (AGV) PROSES MATERIAL *HANDLING* DENGAN METODE *ERGONOMIC FUNCTION DEPLOYMENT* (EFD)

DEWAN PENGUJI TUGAS AKHIR:

Ketua : M. Hasan Abdullah, ST,M.MT. ( )

Anggota : Krisnadhi Hariyanto, ST.,MM. ( )

Surabaya, 03 April 2023

Mengetahui,	Disetujui Oleh:
Dekan Fakultas Teknik	Dosen Pembmbing
Ong Andre Wahju Rijanto, S.T.,M.T	Onny Purnamayudhia,ST.,SE.,MM
NIDN. 0726037802	NIDN. 0714057903

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Surabaya, 26 Juni 2023

Ahmad Zulfan Fauzy

NPM. 19052001

LEMBAR KONSULTASI TUGAS AKHIR

NAMA : Ahmad Zulfan Fauzy
PROGAM STUDI : Teknik Industri
NPM : 19052001
Alamat : Desa Margoanyar Kec. Glagah Lamongan
JUDUL : PERANCANGAN DAN PEMBUATAN MESIN *AUTOMATED GUIDED VEHICLE* (AGV) PROSES MATERIAL *HANDLING* DENGAN METODE *ERGONOMIC FUNCTION DEPLOYMENT* (EFD)

Konsul ke-	Uraian / Materi Bimbingan	Bab Halaman	Hari Tanggal	Tanda Tangan Dosen Pembimbing
1	Pendahuluan, Tinjauan pustaka, Metode Penelitihan	BAB I II III Halaman 1-55	25-03-2023	
2	Hasil Penelitian dan Pembahan, Kesimpulan dan Saran	BAB IV V Halaman 56-77	03-05-2023	

Mengetahui,
Ketua Progam Studi

M. Hasan Abdullah, S.T,M.MT
NIDN. 0709078001

Surabaya,
Dosen Pembmbing

Onny Purnamayudhia,ST.,SE.,MM
NIDN. 0714057903

Keterangan: Setiap konsultasi kartu harap dibawa dan ditandatangani oleh dosenpembimbing

HALAMAN MOTO DAN PERSEMBAHAN

MOTO

“Kesempatan tidak datang kedua kali, tapi kesempatan selalu datang kepada mereka yang tidak pernah berhenti mencoba”

By Dzawinnur

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabill’alamiin

Laporan tugas akhir saya yang berjudul Analisis Perancangan Dan Pembuatan Mesin Automated Guided Vehicle (AGV) Proses Material Handling Dengan Metode Ergonomic Function Deployment (EFD) saya persembahkan dan dedikasikan untuk kedua orang tua saya, keluarga dan Chelly Suha Arifia yang telah memberikan bantuan secara fisik maupun materi serta kasih sayang, semangat, dukungan, motivasi, dan senantiasa mendoakan saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir dan ini merupakan sebagai wujud rasa terimakasih saya. Telah selesainya Tugas Akhir ini merupakan sebagai pencapaian dan langkah awal saya untuk memulai kehidupan baru. Semoga dengan pencapaian saya dalam menyelesaikan perkuliahan Strata – 1 ini dapat membuat orang tua saya bangga dan bahagia. Tidak henti – hentinya saya ucapkan terimakasih untuk orang tua saya saya yang sudah berkerja keras dan mendokan untuk keberhasilan saya. Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan orang tua saya, Amin Ya Rabbal Alamin.

KATA PENGANTAR

Segala syukur dan puji hanya bagi Allah SWT., oleh karena anugerah-Nya yang melimpah, kemurahan dan kasih setia yang besar akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan Laporan Tugas Akhir ini guna memenuhi salah satu persyaratan dalam mencapai gelar sarjana S1. Hasil penelitian dari penulisan ini diharapkan dapat digunakan untuk perencanaan teknik Industri. Laporan Tugas Akhir ini terselesaikan atas dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak H.Budi Endarto, SH., M.Hum., selaku rektor Universitas Wijaya Putra Surabaya.
2. Bapak Ong Andre Wahju Rijanto, S.T.,M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Wijaya Putra Surabaya.
3. Bapak M. Hasan Abdullah, S.T,M.MT selaku Ketua Program Studi Teknik Industri, Universitas Wijaya Putra Surabaya.
4. Bapak Onny Purnamayudhia, ST., SE., MM., selaku Dosen pembimbing yang dengan sabar telah memberikan pengarahan dan bimbingan kepada penulis, sehingga Laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
5. Para Dosen Fakultas Teknik, Universitas Wijaya Putra Surabaya
6. Laboran dan asisten terutama Laboratorium Fakultas Teknik Industri, Universitas Wijaya Putra Surabaya.
7. Kepada Ayah dan Ibu yang telah memberikan dukungan dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini
8. Kepada Chelly Suha Arifia yang selalu memberikan support moril dan materi
9. Rekan-rekan S1 yang telah banyak memberikan masukan dan saran.

Komentar bagi perbaikan untuk penulisan yang akan datang sangat penulis harapkan. Semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi siapa saja yang berkepentingan di bidangnya.

Surabaya, ...2023

Penulis

Ahmad Zulfan Fauzy

NPM. 19052001

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL COVER ii
HALAMAN PERSETUJUAN iii
HALAMAN PENGESAHAN iv
PERNYATAAN v
LEMBAR KONSULTASI TUGAS AKHIR vi
HALAMAN MOTO DAN PERSEMBAHAN vii
KATA PENGANTAR viii
DAFTAR ISI x
DAFTAR GAMBAR xiii
DAFTAR TABEL xiv
ABSTRAK xv
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Perumusan Masalah 3
1.3. Batasan Masalah 4
1.4. Manfaat Penelitian 4
1.5. Tujuan Penelitian 4
1.6. Sistematika Penulisan 5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 7
2.1. Kajian Pustaka 7
2.2. Landasan Teori 9
2.2.1. Produk 9
2.2.2. Perancangan dan Pengembangan Desain Mesin AGV 12
2.2.3. Komponen Masin AGV 13
2.2.3.1. Automated Guided Vehicle (AGV) 13
2.2.3.2. Linear Slide 14
2.2.3.3. Motor Gearbox 15
2.2.3.4. Motor Servo 15
2.2.3.5. Arduino 16

2.2.3.6. Sensor Proximity 17
2.2.3.7. Power Supply 17
2.2.4. Material *Handling* 18
2.2.4.1. Pengertian Material Handling 18
2.2.4.2. Tujuan Material Handling 21
2.2.4.3. Jenis Peralatan Material Handling 22
2.2.4.4. Pertimbangan Perancangan Sistem Material Handling 25
2.2.4.5. Prinsip-Prinsip Material Handling 27
2.2.5. Ergonomi 30
2.2.5.1. Pengertian Ergonomi 30
2.2.5.2. Konsep Ergonomi 30
2.2.5.3. Konsep Antropometri 31
2.2.5.4. Ergonomic Function Deployment (EFD) 32
2.2.5.5. House of Ergonomic (HOE) 34
2.2.6. Teknik Sampling 35
2.2.7. Kuisioner 39
2.2.8. Hipotesis Penelitian 40
2.2.8.1. Uji Validitas 40
2.2.8.2. Uji Reliabilitas 40
BAB III METODE PENELITIAN 43
3.1. Diagram Alir 43
3.2. Metode Pengumpulan Data 45
3.3. Skala Likert 45
3.4. Kuisioner 46
3.5. Uji Hipotesis 47
3.5.1. Uji Validitas 47
3.5.2. Uji Reliabilitas 48
3.6. Metode Pengolahan dan Analisa Data 49
3.6.1. *Ergonomic Function Deployment* (EFD) Pada perancangan Mesin AGV 49
3.6.2. Pengolahan Data Antropometri 52
3.6.3. Percentil 53
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 56
4.1. Hasil Penelitian 56

4.2.1. Deskripsi Hasil Rancangan Produk 56
4.2.2. Pengumpulan Data Kuisioner 56
4.2. Pengolahan dan Analisa Data 57
4.2.1. Uji Validitas 57
4.2.2. Uji Reliabilitas 59
4.3. Analisa *Ergonomic Function Deployment* (EFD) 60
4.3.1. Identifikasi Kebutuhan Konsumen 60
4.3.2. Menentukan Tingkat Kepuasan Konsumen 60
4.3.3. *Goal* (Target) 62
4.3.4. Rasio Perbaikan (*Improvement Ratio*) 62
4.3.5. *Sales Point* 63
4.3.6. Raw Weight 65
4.3.7. *Normalized Raw Weight* 66
4.3.8. *Technical Response* 67
4.3.9. *Matrik Relationship* 68
4.4. Antropometri 69
4.4.1. Data Antropometri 69
4.4.2. Analisa Perhitungan Precentil dan Penentuan Dimesnsi 73
4.5. Perancangan dan *Prototype* Produk 74
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 76
5.1. Kesimpulan 76
5.2. Saran 76
DAFTAR PUSTAKA 78
LAMPIRAN 80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 *Linear Slide* 15
Gambar 2. 2 Motor *Gearbox* 15
Gambar 2. 3 Motor *Servo* 16
Gambar 2. 4 Arduino 17
Gambar 2. 5 *Sensor Proximity* 17
Gambar 2. 6 *Power Supply* 18
Gambar 2. 7 Penanganan Material *Handling* Manual 21
Gambar 2. 8 *Two wheel hand trucks* 22
Gambar 2. 9 *Ridding hand truck* 23
Gambar 2. 10 Proses material *Handling* dengan conveyor 24
Gambar 2. 11 *Bridge crane* 25
Gambar 2. 12 *Home Of Ergonomic* 34
Gambar 2. 13 Diagram Teknik Sampling 36
Gambar 2. 14 *Flowchart* Perancangan Mesin AGV 41
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian 43
Gambar 3. 2 Distribusi Normal dengan Data Antropometri Persentil Ke-95 54
Gambar 4. 1 Desain Mesin 56

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Daftar Pertanyaan Kuisioner 46
Tabel 3. 2 Tabel *Sales Point* 50
Tabel 3. 3 *Matrix Relationship* 52
Tabel 3. 4 Nilai Variansi 53
Tabel 3. 5 Persentil dan Cara perhitngan dalam Distribusi Normal 55
Tabel 4. 1 Interpretasi Kebutuhan Pelanngan 57
Tabel 4. 2 Hasil Uji Valditas 58
Tabel 4. 3 *Reability Statics* 59
Tabel 4. 4 Hasil Uji Relabilitas 59
Tabel 4. 5 Rekapitulasi Hasil Tingkat Kepuasan 61
Tabel 4. 6 *Goal* 62
Tabel 4. 7 Rekapitulasi Hasil *Improvement Ratio* 63
Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan *Sales Point* 64
Tabel 4. 9 Hasil Perhtungan *Raw Wight* 65
Tabel 4. 10 Hasil Perhitungan *Normalized Raw Weight* 66
Tabel 4. 11 Karakteristik Teknik 67
Tabel 4. 12 Hasil Pengukuran Pekerja 70
Tabel 4. 13 Pengukuran Tinggi Pundak Berdiri 70
Tabel 4. 14 Pengukuran Tinggi Pinggang Berdiri 71
Tabel 4. 15 Perhitungan Percentil 73

ABSTRAK

Pada era modern ini, banyak aktivitas sehari-hari manusia dibantu dengan menggunakan teknologi. Tujuan diciptakan teknologi adalah untuk menghasilkan profit atau keuntungan, baik dari segi finansial ataupun dalam segi waktu serta untuk mempermudah kerja dan aktifitas manusia. Salah satu jenis teknologi tersebut adalah dalam bidang alat bantu angkat (lifting). Terutama dalam mengangkat ataupun dalam pemindahan barang, seringkali memerlukan alat bantu untuk menunjang berjalannya aktifitas suatu perusahaan, seperti forklift. Maka dengan itu dibutuhkan untuk merancang desain mesin AGV yang sesuai dengan kebutuhan perusahaan dan menentukan elemen ergonomi dan antropometri penerapan metode Ergonomic Function Deployment (EFD) dalam mesin AGV Ergonomic Function Deployment (EFD). Untuk menentukan tinggi maksimum mesin AGV, Data dimensi tubuh yang digunakan yaitu Tinggi bahu berdiri, supaya tinggi maksimum mesin AGV Bisa digunakan oleh orang yang berbadan tinggi, maka presentil yang digunakan adalah presentil 90% yaitu 148,2. Dan untuk menentukan tinggi minimum mesin AGV, Data dimensi tubuh yang digunakan yaitu Tinggi pinggang berdiri, supaya tinggi minimum mesin AGV Bisa digunakan oleh orang yang berbadan pendek dengan nyaman, maka presentil yang digunakan adalah presentil 5% yaitu 104,3.Dengan menggunakan metode Ergonomic Function Deployment (EFD) dan menyebarkan kuisioner maka dapat diperoleh data-data yang valid yang bisa membantu untuk membuat perancangan produk dengan menentukan uji validitas, uji reliabilitas, dan standrt deviasi agar memperoleh nilai percentil untuk ukuran yang akan digunakan dalam produk mesin AGV.

Kata Kunci : Automated Guided Vehicle (AGV), Antropometri, Ergonomi, Ergonomic Function Deployment (EFD), dan Material Handling.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Material *Handling* merupakan kegiatan yang sangat penting pada industri manufaktur. Menurut Apple (1990), kegiatan pemindahan bahan pada industri manufaktur rata-rata memakan waktu 50% hingga 70% dari total waktu produksi. Dengan itu, penggunaan alat bantu dapat bermanfaat dalam proses produksi dan aliran pemindahan bahan (Ulrich dan Eppinger, 2001).

Tingginya urgensi mengenai material *Handling*, berkesinambungan dengan perkembangan teknologi saat ini khususnya dalam bidang robotika. Umumnya, pemindahan barang pada industri manufaktur masih menggunakan alat transportasi manual yang dioperasikan oleh pengemudi. Penggunaan pengemudi dalam mengendalikan alat transportasi ini dinilai masih memiliki banyak kekurangan, antara lain resiko kecelakaan kerja dan biaya untuk operator transportasi tersebut. Hal ini tentu saja dapat mengurangi efisiensi dan efektivitas proses produksi. Alternatif terbaik adalah dengan menggunakan mobile robot pada industri manufaktur karena disamping minim resiko kecelakaan kerja juga dapat menekan waktu serta biaya tenaga kerja (Wiliyanto, et al., 2020).

Mobile Robot adalah konstruksi robot yang memiliki roda sebagai penggeraknya sehingga robot dapat berpindah dari satu titik ke titik lainnya dengan navigasi yang telah ditentukan. Dalam implementasinya di industri manufaktur, keberadaan mobile robot ini dinilai dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi produksi. Tak seperti alat transportasi manual, mobile robot tidak perlu pengemudi untuk menjalankannya sehingga mengurangi resiko kecelakaan kerja dan mengurangi biaya tenaga kerja. Salah satu pengembangan teknologi di bidang mobile robot ini adalah *Automated Guided Vehicle* (AGV) yang merupakan alat pemindah material dengan listrik sebagai sumber dayanya, tanpa

pengemudi, dan dapat dikontrol dengan cara komputerisasi (Groover, 2001).

Pada era modern ini, banyak aktivitas sehari-hari manusia dibantu dengan menggunakan teknologi. Tujuan diciptakan teknologi adalah untuk menghasilkan profit atau keuntungan, baik dari segi finansial ataupun dalam segi waktu serta untuk mempermudah kerja dan aktifitas manusia. Salah satu jenis teknologi tersebut adalah dalam bidang alat bantu angkat (lifting). Terutama dalam mengangkat ataupun dalam pemindahan barang, seringkali memerlukan alat bantu untuk menunjang berjalannya aktifitas suatu perusahaan, seperti forklift.

Forklift *Automated Guided Vehicle* (AGV) merupakan sebuah angkutan barang seperti di pergudangan dimana sistem pengoperasiannya tidak menggunakan operator, namun dipandu secara otomatis dengan teknologi komputer. AGV dapat secara otomatis mengangkat, memutar, dan menggeser di jalur gang/aisle antar rak tanpa intervensi manusia. Sehingga dipilihlah perancangan dan analisis statik sistem mekanisme pengangkat pada forklift AGV.

Alat *material Handling* bagian produksi CV. Sinar Baja Electric lebih banyak menggunakan *handpalet*, hal ini terlihat pada frekuensi pemakaian alat *material Handling* yang paling tinggi untuk *handpalet*. Penggunaan *handpalet* mulai dari material dibawa untuk diassembly diline produksi sampai disimpan di gudang barang jadi memiliki jarak tempuh cukup jauh. *Handpalet* ini berfungsi memindahkan barang yang berupa part atau komponen dari satu lokasi ke lokasi lainnya di bagian produksi baik secara manual ataupun menggunakan alat bantu, kemudian ditarik menuju lokasi tertentu.

Hasil observasi pada proses *material Handling* di CV. Sinar Baja Electric ditemukan beberapa permasalahan dalam *material Handling*, dari permasalahan *material Handling*, berawal dari pengambilan material yang kurang lancar dari lift barang menuju ke *line assembly*. Hal ini dikarenakan proses tersebut masih menggunakan *handpalet* yang ditarik secara manual dan membutuhkan waktu yang cukup lama. Karena kurang lancarnya pengambilan, maka untuk melakukan

pengambilan material menggunakan *handpalet* dibutuhkan waktu beberapa menit. Waktu *material Handling* yang cukup lama ini disebabkan saat melakukan pengambilan material menempuh jarak yang cukup panjang.

Bertitik tolak dari adanya permasalahan tersebut diharapkan alat *material Handling* yang dirancang mampu mengakomodasi proses material *Handling* secara maksimal, dengan demikian dapat mempermudah proses *material Handling* dan juga mengurangi waktu pemindahan material yang dilakukan dengan alat yang *material Handling* sebelumnya. Waktu untuk pemindahan material dapat lebih singkat karena berkurangnya proses operasi yang dibutuhkan, berkurangnya proses operasi menyebabkan proses *material Handling* menjadi lebih efektif dan meningkatkan produktivitas.

Dalam industri, proses material *Handling* memakan waktu lama dan membutuhkan banyak tenaga manusia. Hal ini dapat mempengaruhi produktivitas perusahaan dan kualitas produk. Penggunaan peralatan material *Handling* otomatis dapat mempercepat waktu yang dibutuhkan dan mengurangi biaya tenaga manusia. Metode EFD dipilih karena dapat memberikan gerakan yang lebih halus dan presisi dibandingkan dengan metode manual *Handling*. Selain itu, teknologi EFD juga memiliki kelebihan dari segi kebersihan dan kemudahan perawatannya, karena tidak menggunakan cairan seperti oli atau udara.

Dengan menggabungkan teknologi EFD dan sistem otomasi diharapkan dapat meningkatkan efisiensi, akurasi dan keamanan proses material *Handling*. Metode EFD perancangan alat pengemas otomatis juga dapat diterapkan pada produk dan ukuran kemasan yang berbeda, sehingga dapat digunakan pada industri yang berbeda.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah dijelaskan diatas, maka rumusan masalah yang digunakan dalam Tugas Akhir ini terdiri dari:

1. Bagaimana merancang desain mesin AGV yang sesuai dengan kebutuhan

perusahaan ?

2. Bagaimana menentukan elemen ergonomi dan antropometri ?
3. Bagaimana penerapan metode *Ergonomic Function Deployment* (EFD) dalam mesin AGV ?

1.3. Batasan Masalah

Batasan-batasan yang digunakan dalam penelitian ini, sebagai berikut:

1. Data *antropometri* yang dipergunakan adalah hasil pengukuran operator *material Handling* CV. Sinar Baja Electric.
2. Perancangan ulang alat material *Handling* hanya difokuskan pada prototipe model kereta pengganti handpalet.
3. Perancangan produk hanya menggunakan metode *Ergonomic Function Deployment* (EFD).

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Mendapatkan rancangan alat *material Handling* yang ergonomis.
2. Mempermudah dan mempercepat kerja operator material *Handling*.
3. Meminimalkan waktu perpindahan material
4. Meningkatkan produktivitas perusahaan karena proses material *Handling* yang lebih efektif
5. Sebagai inovasi baru yang dapat dikembangkan dalam penelitan selanjutnya

1.5. Tujuan Penelitian

Sebagai penentu arah dan maksud dari penelitian ini maka yang menjadi tujuannya yaitu merancang ulang alat bantu *material Handling* agar proses material *Handling* lebih produktif.

1.6. Sistematika Penulisan

Berisi tentang sistematis penulisan Tugas Akhir secara singkat mulai dari

BAB I : Pendahuluan

Bab ini menguraikan tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, asumsi dan sistematika penulisan. Uraian bab ini dimaksudkan untuk menjelaskan latar belakang penelitian ini dilakukan sehingga dapat memberi manfaat sesuai dengan tujuan penelitian dengan batasan-batasan dan asumsi yang digunakan.

BAB II : Tinjauan Pustaka

Bab ini berisikan tentang uraian teori, landasan konseptual dan informasi yang diambil dari literatur yang ada untuk mendukung metode penelitian yang di lakukan. Pada bagian ini akan diuraikan mengenai gambaran umum CV Sinar Baja Electric, kajian pustaka, produk, material perancangan mesin AGV, ergonomi, antropometri, *Ergonomic Function Deployment* (EFD), house of *Ergonomic* (HOE), teknik sampling, kuisioner, rancangan penelitian produk.

BAB III : Metologi Penelitian

Berisi tentang objek penelitian yang di perlukan untuk pengumpulan data dan penyelesaian masalah dengan metode pengerjaan Tugas Akhir meliputi diagram alir penelitian, metode pengumpulan data, skala likert, uji hipotesis, metode pengolahan dan analisis data, pengolahan data antropometri.

BAB IV : Peneltian dan Pembahasan

Bab ini menjelaskan tentang hasil dan pembahasan penelitian yang terdiri dari hasil penelitian, pengolahan dan analisa data, analisa *Ergonomic Function Deployment* (EFD), antropometri, perancangan dan *Prototype* produk

BAB V : Kesimpulan

Pada bab ini akan dijelaskan berbagai kesimpulan yang diperoleh dari pembahasan pada bab-bab sebelumnya serta ditampilkan pula saran-saran yang disampaikan oleh peneliti.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kajian Pustaka

Automated Guided Vehicle (AGV) adalah kendaraan yang digunakan untuk melakukan penanganan material dari lokasi satu ke lokasi yang lainnya secara otomatis menggunakan komputer workstation yang akan dikomunikasikan menggunakan Local Area Network (Aoki et al., 2013). Menurut Koster & Anh (2004),

AGV seringkali digunakan pada industri manufaktur, distribution centers, terminal, dan gudang karena penggunaan AGV dapat mengurangi tenaga kerja sehingga juga memperkecil peluang human error yang merupakan penyebab utama kecelakaan kerja. Terdapat beberapa masalah pada level pengambilan keputusan yang berbeda yang kerap terjadi dalam penggunaan AGV, antara lain guide-path design, routing kendaraan, manajemen baterai, dan jumlah kendaraan yang dibutuhkan. Pada level strategi terdapat permasalahan guidepath design dimana hasil keputusannya memberikan dampak bagi keputusan level lainnya. Sedangkan permasalahan manajemen baterai dan perkiraan jumlah kendaraan termasuk pada level tactical. Kemudian untuk routing kendaraan termasuk pada level operasional (Koster & Anh, 2004).

Risky Hidayat, Listiani Nurul Huda, Poerwanto (2013), menyatakan berdasarkan analisa alat angkut yang digunakan di PT. Perkebunan Nusantara X untuk membawa tandan buah segar (TDS) sawit ke tempat perhitungan hasil (TPH) menyebabkan keluhan fisik pada pekerja dilihat dari data kuisioner Standard Nordic Questionare (SNQ). Peninjauan menggunakan REBA pada elemen-elemen kegiatan pengangkutan menunjukkan perlunya perbaikan fasilitas kerja. Dengan data antropometri dilakukan perbaikan rancangan alat bantu angkong yang sesuai dengan postur tubuh sehingga didapatkan alat bantu yang ergonomis.

Inda Putri Heni, Agus Kusnayat dan Mira Rahayu (2016) mengungkapkan untuk dapat memperbaiki kondisi eksisting yang baik maka perlu produk atau alat bantu yang memiliki dimensi sesuai dengan data antropometri, terutama pada dimensi bagian yang mengalami interaksi langsung dengan tubuh manusia. Dan agar produk yang dirancang memberikan nilai manfaat yang optimal maka diperlukan sikap kerja yang baik dimana nilai tuntutan beban kerja (demand of task) lebih kecil dari kapasitas kerja (capacity of the worker) dan rancangan produk yang pada atributnya sudah terdapat konsep dari ENASE (efektif, nyaman, aman, sehat, dan efisien) dengan pendekatan metode Ergonimic Function Deployment. Dengan dilakukannya penelitian, dihasilkan sebuah konsep rancangan usulan produk yang sudah memenuhi kebutuhan user terhadap aspek ergonomi dengan nilai Posture Evaluation Index adalah 1,25 (di bawah standar aman yaitu 2), nilai Manual *Handling* Limits adalah 75% (tepat pada standar aman yaitu 75%) dan nilai Lifting Index adalah 0,92 (dibawah standar aman yaitu 1). Dengan ketiga nilai sikap kerja yang sudah berada pada batas aman akan dapat mengurangi kemungkinan terjadinya risiko cidera. Hubungan Penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan adalah penggunaan pendekatan metode Ergonimic Function Deployment yang digunakan untuk perbaikan rancangan Material *Handling* Equipment pemindahan kayu.

Taufiq Rochman, Rahmaniyah Dwi Astuti dan Rahardian Patriansyah (2007) yang melakukan penelitian di PT. Tomoko Daya Perkasa menyatakan bahwa hasil dari output material dan output waktu sebelum perancangan masing-masing 44 roll dan 49.648 detik. Setelah dilakukan simulasi model material *Handling* dari rancangan alat bantu material *Handling* didapatkan peningkatan jumlah output material dan output waktu, masing-masing sebesar 60 roll dan 48.873,6 detik. Pada output material terjadi peningkatan sebesar 58% dan untuk output waktu proses terjadi peningkatan 38%. Nilai indeks yang dihasilkan setelah dilakukan simulasi model material *Handling* dari rancangan alat bantu material *Handling* untuk produktivitas material meningkat 0,22 (22%) dari nilai semula 0,67 menjadi

0,89 dan untuk produktivitas waktu meningkat sebesar 0,38 (38%) dari nilai semula 0,60 menjadi 0,98.

2.2. Landasan Teori

2.2.1. Produk

Berdasarkan laman Wikipedia, pengertian produk secara umum adalah segala sesuatu yang mampu dihasilkan dari proses produksi berupa barang ataupun jasa yang nantinya bisa diperjualbelikan di pasar. Pendapat lain ada yang mengatakan bahwa pengertian produk adalah suatu substansi yang diproduksi oleh pihak produsen dan ditawarkan ke pasar agar bisa memenuhi keperluan ataupun kebutuhan konsumen. Produk dalam hal ini bisa ditujukan untuk konsumen akhir ataupun konsumen antara. Berdasarkan penjelasan tersebut, maka bisa kita tarik kesimpulan bahwa pengertian produksi adalah segala hal yang bisa ditawarkan di pasar agar bisa dikonsumsi atau digunakan untuk bisa memenuhi keperluan atau kebutuhan konsumen di pasar.

Philip Kotler menjelaskan bahwa pengertian produk adalah segala hal yang bisa ditawarkan, dipunyai, dimanfaatkan ataupun dikonsumsi agar mampu memuaskan kebutuhan ataupun keperluan konsumen. Didalamnya mencakup wujud fisik, jasa, orang, tempat organisasi ataupun suatu ide.

dan William J. Stanton berpendapat bahwa pengertian produk adalah seperangkat atribut yang nyata atau tidak nyata yang di dalamnya meliputi harga, warka, kemasan, pengecer, prestise, serta layanan dari produsen yang akan diterima oleh pembeli sebagai suatu hal yang mampu memuaskan keperluan atau kebutuhannya.

a) Faktor- Faktor yang Mempengaruhi Kualitas Produk

Kualitas merupakan sesuatu penilaian oleh pelanggan. Kualitas didasarkan pada pengalaman pelanggan terhadap produk dan jasa yang diukur berdasarkan persyaratan pelanggan tersebut. Assauri (2009;362), ada 9 faktor yang mempengaruhi kualitas produk yang biasanya di kenal dengan 9M, yaitu :

Market(pasar), *Money* (uang), *Management* (manajemen), *Man* (manusia), *Motivasion* (motivasi), *Material*, *Machine* dan *Mecanization* (bahan, mesin dan mekanisasi), *Modern Information Method* (metode informasi modern), *Mounting Product Requirement* (persyaratan proses produksi).

Secara umum faktor yang mempengaruhi kualitas produk tersebut dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok, yaitu :

1. Faktor yang berkaitan dengan teknologi, yaitu : Mesin, Bahan dan Perusahaan.
2. Faktor yang berhubungan dengan human resource, yaitu : Operator, Mandor, dan Personal lain dari perusahaan.

Faktor terpenting dari perusahaan adalah pada manusianya (sumber daya manusia), karena dengan kualitas tinggi pada sumber daya manusia pada perusahaan dapat menciptakan suatu produk yang berkualitas tinggi oleh karena itu perusahaan harus mengoptimalkan sumber daya yang ada pada perusahaan.

b) Dimensi Kualitas Produk

Dimensi kualitas merupakan syarat nilai produk yang memungkinkan bagaimana memuaskan pelanggan sesuai harapan. Beberapa dimensi kualitas produk, antara lain :

- *Performance* (kinerja) berhubungan dengan karakteristik operasi dasar dari sebuah produk.
- *Durability* (daya tahan) yang berarti berapa lama atau umur produk yang bersangkutan bertahan sebelum produk tersebut harus diganti. Semakin besar frekuensi pemakaian konsumen terhadap produk maka semakin besar pula daya produk.
- *Conformance to specifications (*kesesuaian dengan spesifikasi) yaitu sejauh mana karakteristik operasi dasar dari sebuah produk memenuhi spesifikasitertentu dari konsumen atau tidak ditemukannya cacat pada produk.

- *Features* (fitur) adalah karakteristik produk yang dirancang untuk menyempurnakan fungsi produk atau menambah ketertarikan konsumen terhadap produk.
- *Reliability* (reliabilitas) merupakan probabilitas bahwa produk akan bekerja dengan memuaskan atau tidak dalam periode waktu tertentu. Semakin kecil kemungkinan terjadinya kerusakan maka produk tersebut dapat diandalkan.
- *Aesthetics* (estetika) merupakan salah satu dimensi yang berhubungan dengan bentuk, konsep, atau penampilan produk.
- *Perceived quality* (kesan kualitas) merupakan hasil dari penggunaan pengukuran yang dilakukan secara tidak langsung karena terdapat kemungkinan bahwa konsumen tidak mengerti atau kekurangan informasi atas produk yang bersangkutan. 12
- *Serviceability* meliputi kecepatan dan kemudahan untuk direparasi, serta kompetensi dan keramahtamahan staf layanan.

Beberapa variabel diferensiasi yang dapat menjadi faktor pendukung kualitas produk adalah :

- Bentuk Banyak produk yang dapat didiferensiasi berdasarkan bentuk, ukuran, model, atau struktur fisik sebuaha produk.
- Fitur Sebagian besar produk yang dapat ditawarkan dengan Fitur (*feature*) yang berbeda-beda yang melengkapi fungsi dasar produk.
- Mutu kinerja Mutu kinerja adalah level berlakunya karakteristik dasar produk.
- Mutu kesesuaian Mutu kesesuaian (*conformance quality*) adalah tingkat kesesuaian dan pemenuhan semua unit yang diproduksi terhadap spesifikasi sasaran yang dijanjikan.
- Daya tahan Daya tahan (*durability*) ukuran usia yang diharapkan atas beroperasinya produk dalam kondisi normal dan atau berat, merupakan atribut yang berharga untuk produk-produk tertentu.

- Keandalan Keandalan (*reability*) adalah ukuran probabilitas bahwa produk tertentu tidak akan rusak atau gagal dalam periode waktu tertentu.
- Mudah diperbaiki Kemudahan diperbaiki adalah ukuran kemudahan untuk memperbaiki produk ketika produk itu rusak atau gagal.
- Gaya Gaya (*style*) menggambarkan penampilan dan perasaan yang ditimbulkan oleh produk itu bagi pembeli.
- Rancangan (Kekuatan Pemaduan) Rancangan adalah totalitas fitur yang mempengaruhi penampilan dan fungsi produk tertentu menurut yang diisyaratkan oleh pelanggan.

2.2.2. Perancangan dan Pengembangan Desain Mesin AGV

Perancangan dan pengembangan produk dapat diartikan sebagai serangkaian aktifitas yang saling berkaitan yang dimulai dari analisis persepsi dan peluang pasar, tahap produksi, penjualan, serta pengiriman produk. Selama ini dimensi laba bagi investor merupakan dimensi yang banyak digunakan untuk menilai usaha pengembangan produk. Terdapat 5 dimensi spesifik yang berhubungan dengan laba danbiasa digunakan untuk menilai kinerja usaha pengembangan produk, yaitu:

- Kualitas Produk

  Seberapa baik produk yang dihasilkan dari upaya pengembangan dandapat memuaskan kebutuhan pelanggan. Kualitas produk pada akhirnyaakan mempengaruhi pangsa pasar dan menentukan harga yang ingindibayar oleh pelanggan.
- Biaya Produk

  Biaya untuk modal peralatan dan alat bantu serta biaya produksi setiapunit disebut biaya manufaktur dari produk. Biaya produk menentukanberapa besar laba yang dihasilkan oleh perusahaan pada volumepenjualan dan harga penjualan tertentu

- Waktu Pengembangan Produk

  Waktu pengembangan akan menentukan kemampuan perusahaan dalamberkompetisi,menunjukkan daya tanggap perusahaan terhadap perubahanteknologi dan pada akhirnya akan menentukan kecepatan perusahaanuntuk menerima pengembalian ekonomis dari usaha yang dilakukan timpengembangan.
- Kapabilitas Pengembangan

  Kapabilitas pengembangan merupakan asset yang dapat digunakan olehperusahaan untuk mengembangkan produk dengan lebih efektif danekonomis dimasa yang akan datang.
- Biaya Pengembangan

  Biaya pengembangan biasanya merupakan salah satu komponen yangpenting dari investasi yang dibutuhkan untuk mencapai profit.

2.2.3. Komponen Masin AGV

2.2.3.1. *Automated Guided Vehicle (AGV)*

Automated Guided Vehicle (AGV) adalah kendaraan yang digunakan untuk melakukan penanganan material dari lokasi satu ke lokasi yang lainnya secara otomatis menggunakan komputer workstation yang akan dikomunikasikan menggunakan Local Area Network (Aoki et al., 2013). Menurut Koster & Anh (2004), AGV seringkali digunakan pada industri manufaktur, distribution centers, terminal, dan gudang karena penggunaan AGV dapat mengurangi tenaga kerja sehingga juga memperkecil peluang human error yang merupakan penyebab utama kecelakaan kerja. Terdapat beberapa masalah pada level pengambilan keputusan yang berbeda yang kerap terjadi dalam penggunaan AGV, antara lain guide-path design, routing kendaraan, manajemen baterai, dan jumlah kendaraan yang dibutuhkan. Pada level strategi terdapat permasalahan guidepath design dimana hasil keputusannya memberikan dampak bagi keputusan level lainnya. Sedangkan permasalahan manajemen baterai dan perkiraan jumlah kendaraan

termasuk pada level tactical. Kemudian untuk routing kendaraan termasuk pada level operasional (Koster & Anh, 2004).

2.2.3.2. *Linear Slide*

Bantalan gerakan linier (*linear-motion bearing)* atau *Linear Slide* dirancang untuk menunjang gerakan bebas dalam satu arah. Linear-motion bearings memiliki berbagai macam tipe, biasa juga disebut dengan bantalan gerakan linier, *linear bearing* merupakan peralatan yang dirancang khusus untuk menunjang gerakan bebas dalam satu arah. Penggunaannya paling banyak untuk mesin-mesin industri seperti mesin tekstil, mesin pengemas pakaian, dan mesin cetak. Keunggulan dari produk ini adalah mampu mengurangi gesekan dan relatif stabil. Dengan demikian, mampu mengurangi risiko dari kerusakan-kerusakan sebuah produksi dalam sebuah perindustrian. Anda pun bisa meminimalisir kerugian lainnya dalam proses pengemasan pencetakan. Apalagi juga memiliki desain yang fleksibel dan bisa disesuaikan dengan kondisi mesin produksi.

Bahan baku utama pembuatannya adalah *stainless steel* dan memiliki standar mutu internasional. Selain itu, bahan baku yang digunakan juga harus anti-karat agar tidak mengurangi kekuatannya bila digunakan secara terus menerus sekaligus untuk menekan risiko kerusakan. Tidak hanya itu saja, bahan bakunya pun harus bebas dari kontaminasi partikel dan zat tertentu seperti debu. Adanya kontaminasi tersebut nantinya akan mempengaruhi kinerja dari *linear bearing* dan bisa menghambat proses produksi dari mesin-mesin yang digunakan.

Logam Makmur menyediakan *linear bearing* yang terbuat dari bahan-bahan baku berkualitas tinggi dan sudah teruji kemampuannya sesuai dengan standar internasional yang berlaku . Dengan demikian, produk unggulan dari merek ternama di dunia ini mampu memberikan hasil yang optimal saat digunakan. Kami juga menyediakan beberapa ukuran yang bisa dipilih sesuai dengan kebutuhan dan keperluan.

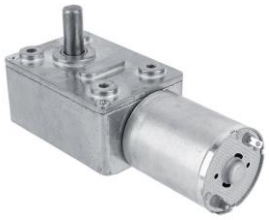
Gambar 2. 1 *Linear Slide*

2.2.3.3. *Motor Gearbox*

Gearbox adalah suatu komponen penting untuk pemindahan tenaga atau daya mesin pada satu bagian ke bagian lain kendaraan motor ataupun mobil agar lebih besar. Tentu pada bagian dalam mesin terdapat beberapa komponen yang bertugas sebagai pemindah tenaga, salah satunya adalah *Gearbox*.

Alat ini bisa dikenal juga dengan transmisi manual atau speed reducer yang berfungsi untuk mengatur kecepatan gerak, toris serta gerakan putaran berbalik, sehingga kendaraan dapat bergerak maju ataupun mundur.

Pengaplikasian *Gearbox* sendiri biasanya dapat digunakan pada mesin pabrik, perikanan, pertambangan, ruang tunggu, pengambilan bagasi pada bandara dan yang paling banyak dirasakan untuk memperkuat kecepatan tenaga dari elektrik motor.



Gambar 2. 2 *Motor Gearbox*

2.2.3.4. *Motor Servo*

Servo Motor adalah perangkat listrik yang digunakan pada mesin-mesin industri pintar yang berfungsi untuk mendorong atau memutar objek dengan kontrol yang dengan presisi tinggi dalam hal posisi sudut, akselerasi dan kecepatan, sebuah kemampuan yang tidak dimiliki oleh motor biasa. Jika Anda

ingin memutar dan mengarahkan objek pada beberapa sudut atau jarak tertentu, maka Anda harus menggunakan *Servo* Motor. Hal ini dimungkinkan dengan kombinasi motor biasa dan tambahan sensor dalam hal ini berupa encoder untuk umpan balik posisi. Kontroler dari *Servo* motor yang lebih dikenal dengan nama *Servo* drive adalah bagian yang paling penting dan canggih dari sebuah *Servo* motor, karena dirancang untuk presisi tinggi tersebut.

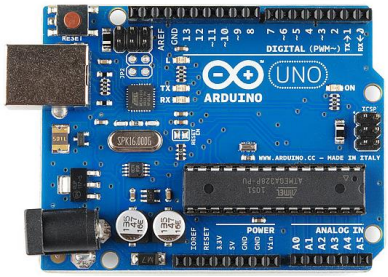
Ketika presisi atau ketelitian pada mesin menjadi hal yang utama pada mesin industri, pemilihan *Servo* motor menjadi hal yang utama. Kemampuan tingkat akurasi/toleransi (high precision positioning) dari *Servo* motor adalah indikator utama spesifikasi. Pada proses mesin pabrik, seperti CNC, *Servo* motor pasti dipakai lebih dari 1 unit pada satu mesin sehingga memerlukan adanya PLC seperti Modicon M262 untuk memberikan perintah secara sinkron semua *Servo* motor. Protokol komunikasi yang dipakai harus bersifat open protocol untuk memungkinan plc dan *Servo* motor dari vendor yang berbeda untuk bekerja.

Gambar 2. 3 *Motor Servo*

2.2.3.5. Arduino

Menurut website resmi Arduino, Arduino merupakan sebuah perangkat elektronik yang bersifat *open source* dan sering digunakan untuk merancang dan membuat perangkat elektronik serta *software* yang mudah untuk digunakan. Arduino ini dirancang sedemikian rupa untuk mempermudah penggunaan perangkat elektronik di berbagai bidang. Arduino ini memiliki beberapa komponen penting di dalamnya, seperti pin, mikrokontroler, dan konektor yang nanti akan dibahas lebih dalam selanjutnya. Selain itu, Arduino juga sudah menggunakan bahasa pemrograman *Arduino Language* yang sedikit mirip dengan bahasa

pemrograman C++. Biasanya Arduino digunakan untuk mengembangkan beberapa sistem seperti pengatur suhu, sensor untuk bidang agrikultur, pengendali peralatan pintar, dan masih banyak lagi.



Gambar 2. 4 Arduino

2.2.3.6. *Sensor Proximity*

Sensor Proximity adalah alat atau perangkat yang dapat mendeteksi perubahan jarak pada suatu benda. Namun proses tersebut terjadi dengan tanpa adanya kontak fisik. *Sensor Proximity* di Indonesia juga familiar dengan istilah sensor jarak. Dalam prosesnya, *Sensor Proximity* memakai pengantar radiasi elektromagnetik. Inilah yang membuat perangkat bisa mendeteksi keberadaan benda atau kondisinya meskipun tanpa ada kontak fisik.

Contoh pemanfaatan *Sensor Proximity* sering digunakan untuk kepentingan yang sangat beragam. Diantaranya ada yang digunakan untuk mendeteksi bahan. Selain itu, ada pula yang digunakan untuk mendeteksi lingkungan yang berbeda. Pengaplikasiannya yaitu seperti digunakan pada smartphone ataupun berbagai perangkat elektronik yang lainnya.

Gambar 2. 5 *Sensor Proximity*

2.2.3.7. *Power Supply*

Dikutip e-book Pengantar Teknologi Informasi dan Komunikasi oleh Sumarno, *Power Supply* adalah perangkat keras yang berfungsi untuk

menyediakan tegangan langsung ke komponen, dalam casing yang membutuhkan tegangan. Senada, Priyo Jatmiko dalam buku berjudul Pengenalan Komponen Industri: Part, Plc, dan Touchscreen, menuliskan *Power Supply* merupakan alat yang menyuplai tegangan listrik secara langsung, dari sumber tegangan listrik ke tegangan listrik lainnya.

Power Supply komputer digunakan sebagai penghantar tegangan listrik pada komponen atau perangkat keras lainnya yang ada di komputer tersebut. Arus listrik yang dibagikan *Power Supply* ke setiap komponen komputer, seperti hardisk, motherboard (merupakan bagian utama sebuah komputer), CD-ROM, floppy, kipas (fan), dan lain-lain. Dalam hal ini, besar tegangan yang dihasilkan *Power Supply* bisa bermacam-macam. Menurut e-book Student Guide Series Pengenalan Hardware olah Wahana Komputer, maca, arus listriknya ada yang bertegangan 5 volt hingga 12 volt.

Gambar 2. 6 *Power Supply*

2.2.4. Material *Handling*

2.2.4.1. *Pengertian Material Handling*

Material *Handling* menurut Material *Handling Industry of America* didefinisikan sebagai pergerakan (*movement*), penyimpanan (*storage*), perlindungan (*protection*), pengendalian (*control*) material diseluruh proses manufaktur dan distribusi termasuk penggunaan dan pembuangannya. Menurut material *Handling* handbook didefinisikan sebagai penyediaan material dalam jumlah yang tepat, kondisi yang tepat, pada posisi yang tepat, diwaktu yang tepat, pada tempat yang tepat untuk mendapatkan ongkos yang efisien. Material adalah

seluruh bahan yang dibutuhkan dalam suatu proses produksi meliputi material curah, material unit, aliran informasi dan kertas kerja. Salah satu masalah penting dalam produksi ditinjau dari segi kegiatan atau proses produksi adalah bergeraknya material dari satu tingkat ke tingkat proses produksi berikutnya. Memungkinkan proses produksi dapat berjalan dibutuhkan adanya kegiatan pemindahan material yang disebut dengan material *Handling*.

Terdapat banyak definisi mengenai atau pengertian yang diberikan untuk material *Handling*. Berikut ini ada dua definisi secara umum, yaitu:

1. Material *Handling* adalah seni dan ilmu pengetahuan dari perpindahan, penyimpanan, perlindungan, dan pengawasan material.

   a. Seni, Material *Handling* dapat dinyatakan sebagai seni, karena masalah-masalah material *Handling* tidak dapat secara eksplisit diselesaikan semata-mata dengan formula atau model matematika. Material *Handling* membutuhkan sebuah 'penilaian' benar atau salah, dimana di perusahaan-perusahaan benar-benar berpengalaman di bidang material *Handling* akan menilainya. library.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

   b. Ilmu pengetahuan, Material *Handling* dapat dinyatakan sebagai ilmu pengetahuan karena menyangkut metode engineering. Mendefinisikan masalah, mengumpulkan dan menganalisis data, membuat alternatif solusi, evaluasi alternatif, memilih dan mengimplementasikan alternatif terbaik merupakan bagian integral dari penyelesaian masalah material *Handling* dan proses perancangan sistem. Analisis model matematis dan teknik–teknik kualitatif sangat berarti sebagai bagian dari proses ini.

   c. Perpindahan, Perpindahan material membutuhkan waktu dan memerlukan penggunaan tempat yaitu penanganan material digunakan pada waktu yang tepat dan tempat yang benar. Perpindahan material memerlukan kesesuaian antara ukuran,

bentuk, berat, dan kondisi material dengan lintasannya dan analisis frekuensi gerakan.

d. Penyimpanan, Penyimpanan material sebagai penyangga antar operasi, memudahkan dalam pekerjaan manusia dan mesin. Perlu dipertimbangkan dalam penyimpanan material antara lain adalah ukuran, berat, kondisi dan kemampuan tumpukan material, keperluan untuk mengambil dan menempatkan material, kendala-kendala bangunan seperti misalnya beban lantai, kondisi lantai, jarak antar kolom, dan tinggi bangunan.

e. Perlindungan, Termasuk dalam perlindungan material antara lain pengawasan, pengepakan, dan pengelompokan material, untuk melindungi kerusakan dan kehilangan material. Perlindungan material sebaiknya menggunakan alat pengaman yang dihubungkan dengan sistem informasi. Termasuk perlindungan terhadap material yang salah penanganan, salah penempatan, salah pengambilan, dan urutan proses yang salah. Sistem material *Handling* harus dirancang untuk meminimasi keperluan pengawasan, dan untuk menurunkan biaya. library.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

f. Pengawasan, Pengawasan material terdiri dari pengawasan fisik dan pengawasan status material. Pengawasan fisik adalah pengawasan yang berorientasi pada susunan dan jarak penempatan antar material. Pengawasan status adalah pengawasan tentang lokasi, jumlah, tujuan, kepemilikan, keaslian, dan jadwal material. Ketelitian harus dilakukan untuk menjamin bahwa jangan sampai terlalu banyak pengawasan yang dilakukan pada sistem material *Handling*. Melakukan pengawasan yang tepat merupakan suatu tantangan, karena pengawasan yang tepat sangat tergantung atas budaya organisasi dan orang yang mengatur dan menjalankan fungsi penanganan material.

2. Material *Handling* mempunyai arti penanganan material dalam jumlah yang tepat dari material yang sesuai dalam waktu yang baik pada tempat yang cocok, pada waktu yang tepat dalam posisi yang benar, dalam urutan yang sesuai dan biaya yang murah dengan menggunakan metode yang benar.

Gambar 2. 7 *Penanganan Material Handling Manual*

2.2.4.2. *Tujuan Material Handling*

Tujuan utama dari perencanaan material *Handling* adalah untuk mengurangi biaya produksi. Selain itu, material *Handling* sangat berpengaruh terhadap operasi dan perancangan fasilitas yang diimplementasikan. Beberapa tujuan dari sistem material *Handling* (Meyers, 1993), yaitu:

1. Menjaga atau mengembangkan kualitas produk, mengurangi kerusakan, dan memberikan perlindungan terhadap material.
2. Meningkatkan keamanan dan mengembangkan kondisi kerja.
3. Meningkatkan produktivitas, sebagai berikut:
   a. Material akan mengalir pada garis lurus.
   b. Material akan berpindah dengan jarak sedekat mungkin.
   c. Perpindahan sejumlah material pada satu kali tertentu.
   d. Mekanisasi penanganan material.
   e. Otomasi penanganan material.
4. Meningkatkan tingkat penggunaan fasilitas, sebagai berikut:
   a. Meningkatkan penggunaan bangunan.
   b. Pengadaan peralatan serbaguna.

c. Standardisasi peralatan material *Handling*.

d. Integrasi seluruh peralatan material *Handling* dalam suatu sistem.

5. Mengurangi bobot mati.

6. Sebagai pengawasan persediaan.

2.2.4.3. *Jenis Peralatan Material Handling*

Tulang punggung sistem material *Handling* adalah peralatan material *Handling*. Sebagian besar peralatan yang ada mempunyai karakteristik dan harga yang berbeda. Semua peralatan material *Handling* diklasifikasikan ke dalam lima tipe utama, yaitu:

1. *Trucks*

Truk yang digerakkan oleh tangan atau mesin dapat memindahkan muatan material dengan berbagai macam jalur yang ada. Termasuk dalam kelompok library.uns.ac.id digilib.uns.ac.id truk antara lain *forklift trucks*, *hand trucks, forktruck, trailer trains,* dan Automated guided vehicles (AGV).

Gambar 2. 8 *Two wheel hand trucks*

Gambar 2. 9 *Ridding hand truck*

Keuntungan *trucks*, yaitu:

a. Perpindahan tidak menggunakan jalur yang tetap, oleh sebab itu dapat digunakan dimana-mana selama ruangan dapat memasuki *trucks*.
b. Mampu loading dan unloading.
c. Karena gerakannya tidak terbatas, memungkinkan untuk melayani tempat yang berbeda, *trucks* dapat mencapai tingkat pemakaian yang tinggi.

Kerugian *trucks*, yaitu:

a. Tidak mampu menangani beban yang berat.
b. Mempunyai kapasitas yang terbatas setiap pengangkutan.
b. Memerlukan gang.
c. Sebagian besar *trucks* harus dijalankan oleh operator.

2. *Conveyors*

Conveyors digunakan untuk memindahkan material secara kontinu dengan jalur yang tetap.

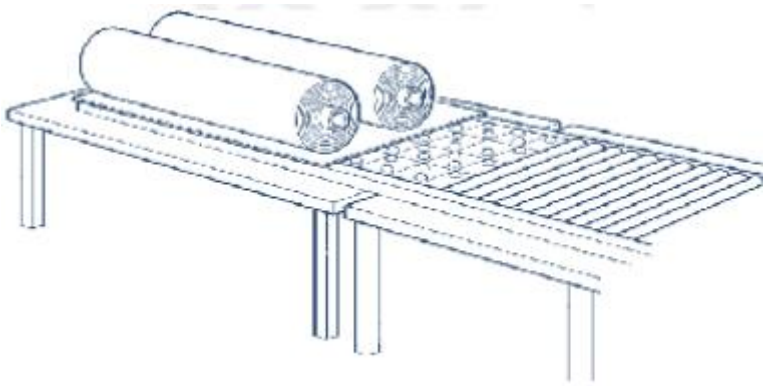
Keuntungan *Conveyors*, yaitu:

a. Kapasitas tinggi sehingga memungkinkan untuk memindahkan material dalam jumlah besar.
b. Kecepatan dapat disesuaikan.

c. Penanganan dapat digabungkan dengan aktivitas lainnya seperti proses dan inspeksi.
d. Serba guna dan dapat ditaruh di atas lantai maupun di atas operator.
e. Bahan dapat disimpan sementara antar stasiun kerja.

Kerugian *Conveyors*, yaitu:

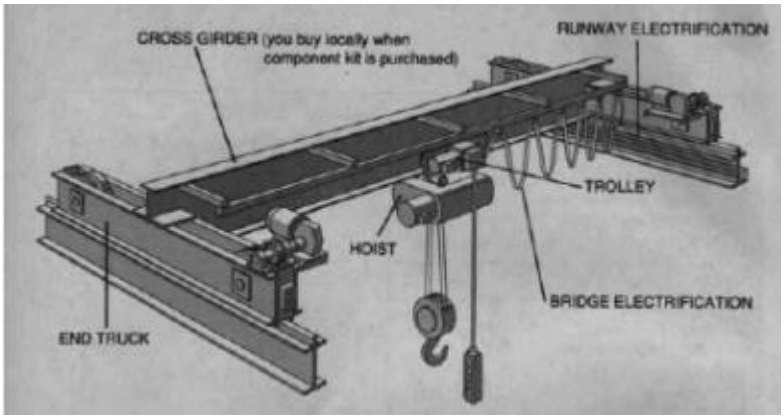
a. Mengikuti jalur yang tetap sehingga pengangkutan terbatas pada area tersebut.
b. Kerusakan pada salah satu bagian *Conveyors* akan akan menghentikan aliran proses.
c. *Conveyors* ada pada tempat yang tetap sehingga akan mengganggu gerakan peralatan bermesin lainnya.
d. Dimungkinkan terjadi bottleneck dalam sistem



Gambar 2. 10 *Proses material Handling dengan conveyor*

3. *Cranes* dan *hoists*

Cranes (derek) dan *hoists* (kerekan) adalah peralatan material *Handling* yang digunakan untuk memindahkan beban secara terputus-putus dengan area terbatas.



Gambar 2. 11 *Bridge crane*

Keuntungan *crane* dan *hoists*, yaitu:

a. Dimungkinkan untuk mengangkat dan memindahkan benda
b. Keterkaitan dengan lantai produksi sangat kecil
c. Lantai kerja yang berguna untuk kerja dapat dihemat dengan memasang peralatan material *Handling* berupa cranes

Kerugian crane dan hoists, yaitu:

a. Membutuhkan investasi yang besar
b. Pelayanan terbatas pada area yang ada
c. Cranes hanya dapat bergerak pada garis lurus, tidak dapat berputar atau belok
d. Pemakaian tidak dapat maksimal sesuai yang diinginkan karena cranes hanya dapat digunakan untuk periode waktu yang pendek setiap hari kerja

2.2.4.4. *Pertimbangan Perancangan Sistem Material Handling*

Sistem material *Handling* pada dasarnya dilakukan guna meningkatkan efisiensi perpindahan material dari satu departemen ke departemen lainnya. Dengan aliran material yang lebih efisien, biaya material *Handling* dapat ditekan seminimal mungkin. Efisiensi dapat terwujud jika proses perpindahan material library.uns.ac.id digilib.uns.ac.id tersebut menggunakan sistem dan peralatan

yang sesuai. Keputusan mengenai sistem dan peralatan pemindah material harus didasarkan atas pertimbanganpertimbangan yang matang.

Pertimbangan yang harus dilakukan antara lain menyangkut, yaitu:

1. Karakteristik material,

   Penggunaan alat pemindah material yang kurang sesuai dengan material yang ditangani dapat meningkatkan biaya, dan semua hal tersebut harus dihindari. Karakteristik dari suatu material atau barang dalam suatu pabrik mutlak untuk diketahui terlebih dahulu. Karakteristik material antara lain dapat dikategorikan berdasarkan hal-hal seperti berikut di bawah ini, yaitu:

   a. Sifat fisik, (Dapat berupa padat, cair, atau gas).
   b. Ukuran, (Seberapa besar volume, panjang, lebar, serta tinggi material atau barang).
   c. Berat, (Per buah, per kotak, atau per unit volume).
   d. Bentuk, (Berupa plat panjang, persegi, bulat, dan sebagainya).
   e. Kondisi, (Dalam keadaan panas. Dingin, kering, basah, dan sebagiannya).
   f. Resiko keamanan, (Apakah mudah meledak, beracun, mudah pecah, mudah patah, dan sebagainya).

2. Tingkat aliran material,

   Pertimbangan lain yang harus dilakukan dalam perencanaan sistem material *Handling* adalah aliran material atau barang. Dua hal utama dalam aliran material adalah menyangkut kuantitas atau jumlah material yang dipindahkan dan jarak perpindahan material tersebut. Perencanaan sistem dan peralatan material *Handling* harus memperhatikan kedua aspek ini. Jumlah aliran yang rendah dan jarak perpindahan yang relatif pendek, tidak perlu digunakan *Conveyors*, cukup dengan sistem manual atau peralatan seperti hand *trucks*. Sedang jika jarak sedikit lebih jauh dengan aliran material rendah, dapat digunakan peralatan automated guided vehicles

(AGV). Berbeda halnya dengan aliran material sangat tinggi maka perlu sekali dipertimbangkan penggunaan peralatan material berupa *Conveyors*. Selain *Conveyors* bisa juga menggunakan AGV train jika jarak perpindahan material sedikit jauh.

2.2.4.5. *Prinsip-Prinsip Material Handling*

Merancang dan mengoperasikan sistem material *Handling* merupakan pekerjaan yang rumit dimana banyak masalah yang terlibat. Ada aturan yang yang tidak terdefinisi yang dapat menentukan kesuksesan sistem material *Handling*. Salah satu sumbangan terbesar terhadap penganalisisan maupun pada perancangan sistem material *Handling* adalah pengalaman. Tetapi dibutuhkan waktu yang cukup lama dengan keragaman situasi yang cukup luas agar dapat mengumpulkan pengalaman ini. Prinsip-prinsip material *Handling* sebagai berikut:

1. Perencanaan,

   Semua perencanaan material dan aktivitas-aktivitas penyimpanan untuk mendapatkan efisiensi operasi semaksimal mungkin. library.uns.ac.id digilib.uns.ac.id
2. Sistem aliran,

   Mengintegrasi sebanyak mungkin aktivitas penanganan dan mengkoordinasikan sistem operasi yang meliputi agen, penerimaan, penyimpanan, produksi, inspeksi, pengawasan, transportasi, dan konsumen.
3. Aliran material,

   Merencanakan urutan operasi dan tata letak peralatan untuk mengoptimumkan aliran barang atau material.
4. Penyederhanaan,

   Menyederhanakan penanganan dengan cara mengurangi, menghilangkan, atau menggabungkan pemindahan peralatan yang tidak perlu.
5. Gravitasi,

   Gunakan gravitasi untuk memindahkan muatan jika mungkin.

6. Memanfaatkan ruangan,

   Memanfaatkan volume bangunan seoptimal mungkin

7. Ukuran satuan,

   Tingkatkan jumlah, ukuran, berat beban, atau tingkat aliran.

8. Mekanisasi,

   Operasi penanganan secara mekanik.

9. Otomasi,

   Gunakan peralatan otomatis untuk produksi, penanganan, dan penyimpanan.

10. Pemilihan peralatan,

    Dalam pemilihan peralatan hendaknya mempertimbangkan semua aspek penanganan material, pemindahan, dan metode yang digunakan.

11. Standardisasi,

    Standardisasi metode penanganan, jenis, dan ukuran peralatan penanganan.

12. Kemampuan adaptasi,

    Gunakan metode peralatan yang dapat menjalankan berbagai macam tugas dan penerapan yang baik.

13. Bobot mati,

    Mengurangi perbandingan bobot mati dari peralatan penanganan yang bergerak terhadap beban yang dibawa. library.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

14. Utilisasi,

    Rencanakan pemakaian peralatan penanganan dan man power atau sumber tenaga daya manusia secara optimum.

15. Perawatan,

    Rencanakan perawatan pencegahan dan jadwal perbaikan darisemua peralatan penanganan.

16. Keuangan,

    Ganti metode dan peralatan penanganan yang usang, dan jika ada metode atau peralatan yang lebih efisien akan meningkatkan operasi.

17. Pengawasan,

Gunakan aktivitas-aktivitas penanganan material untuk meningkatkan pengendalian produksi, pengendalian persediaan, dan penanganan biaya.

18. Kapasitas,

    Gunakan peralatan penanganan untuk membantu dalam mencapai kapasitas produksi yang diinginkan.

19. Efektifitas,

    Tentukan efektivitas kinerja penanganan dalam bentuk biaya persatuan yang ditangani.

20. Keamanan,

    Tetapkan metode dan peralatan yang sesuai untuk keamanan penanganan.

Prinsip-prinsip ini dapat disusun agak ringkas untuk mencapai tujuan tertentu. Sebagai contoh, prinsip untuk menurunkan biaya penanganan, salah satunya harus mengurangi penanganan yang tidak diperlukan dengan cara merencanakan perpindahan material dengan tepat, pengiriman satuan ke tempat yang dituju dilakukan pertama kali tanpa singgah ke tempat lain, gunakan peralatan material *Handling* secara tepat, mengganti peralatan yang rusak dengan yang baru, sistem yang lebih efisien, dan dengan mengurangi ratio beban mati terhadap muatan atau beban yang dibawa.

Prinsip untuk meningkatkan produktivitas dilakukan dengan meminimumkan waktu tunggu operator mesin, dengan mengirim bahan baku dan sub-assembling bila diperlukan dan dengan mempertahankan gerakan yang stabil dari laju kerja yang dipadukan dengan laju operator mesin.

Prinsip untuk memproduktifkan tenaga kerja dilakukan dengan menghilangkan aktivitas-aktivitas tidak produktif dihubungkan dengan pengiriman material secara tepat, dengan mengeluarkan komponen yang rusak dari lintasan perakitan sebelum mencapai stasiun kerja, tidak menggunakan peralatan khusus dan tidak standar, dan dengan menyelaraskan perpindahan material di lingkungan pabrik.

Prinsip yang dapat mengurangi penggunaan luas lantai dilakukan dengan menggunakan peralatan penanganan material dan jadwal produksi yang akan diperlukan untuk meminimumkan jumlah barang di lantai dengn menyimpan material di tempat yang tidak menghalangi lintasan produksi, dengan menyusun tata letak pabrik agar supaya aliran material antar stasiun kerja dapat lancar.

2.2.5. Ergonomi

2.2.5.1. *Pengertian Ergonomi*

Istilah “ergonomi “ berasal dari bahsa latin yaitu ergo (kerja) dan nomos (hukum alam) dan dapat didefinisikan sebagai studi tentang aspek-aspek manusia dalam lingkungan kerjanya yang ditinjau secara anatomi, fisiologi, psikologi, engineering, manajemen dan desain perancangan.

2.2.5.2. *Konsep Ergonomi*

Ergonomi adalah ilmu yang memanfaatkan informasi mengenai sifat kemampuan dan keterbatasan manusia dalam merancang sistem kerja. Ergonomi mengharapkan manusia yang berperan sentral dalam suatu sistem kerja dapat bekerja lebih efektif baik diukur sesuai dengan antropometri statis maupun antropometri dinamis. Perubahan rancangan yang dibuat manusia ditujukan untuk memudahkan dan memberikan kenyamanan pada saat menggunakan peralatannya. Metode penanganan material sangat perlu juga diperhatikan, karena cara pengangkatan yang kurang baik akan berakibat fatal terhadap tubuh manusia. Oleh karenanya kedua hal tersebut perlu menjadi perhatian agar seorang pekerja dapat terhindar dari kecelakaan fisik.

Mengetahui apakah pekerja dalam kondisi aman maka kaitannya dengan metode kerja perlu diukur gaya dan momen yang terjadi pada setiap segmentasi tubuh (antropometri). Ergonomi berkenaan pula dengan optimasi, efisiensi keselamatan dan kenyamanan manusia di tempat kerja, di rumah dan tempat library.uns.ac.id digilib.uns.ac.id dimana manusia berada di dalam ergonomi

dibutuhkan studi literatur. Sistem dimana manusia, fasilitas kerja dan lingkungannya saling berinteraksi dengan tujuan utama menyesuaikan suasana kerja dengan manusia lainnya (Nurmianto, 1996)

Ergonomi merupakan suatu cabang keilmuan yang sistematis untuk memanfaatkan informasi-informasi mengenai sifat, kemampuan dan keterbatasan manusia untuk merancang suatu sistem kerja sehingga manusia sebagai pengendali sistem dapat hidup dan bekerja pada sistem tersebut dengan baik; yaitu mencapai tujuan yang diinginkan melalui pekerjaan itu dengan efektif, efisien, aman dan nyaman. Antropometri merupakan salah satu tool ilmu yang dipergunakan untuk menciptakan kondisi kerja yang ergonomi.

2.2.5.3. *Konsep Antropometri*

Antropometri merupakan satu studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia yang secara luas akan digunakan sebagai pertimbanganpertimbangan ergonomis dalam proses perancangan produk maupun sistem kerja yang akan melibatkan interaksi manusia. Aplikasi antropometri, yaitu:

1. Perancangan areal kerja.
2. Perancangan peralatan kerja.
3. Perancangan produk-produk konsumtif.
4. Perancangan lingkungan kerja fisik.

Dengan demikian antropometri dapat ditentukan bentuk, ukuran dan dimensi yang tepat berkaitan dengan produk yang dirancang dan manusia yang mengoperasikannya. Berkaitan dengan posisi tubuh manusia dikenal dua cara pengukuran, yaitu:

1. Antropometri statis,

   Pengukuran manusia pada posisi diam dan linier pada permukaan tubuh. Disebut juga pengukuran dimensi tubuh, dimana tubuh diukur dalam berbagai posisi standar dan tidak bergerak (tetap tegak sempurna) atau disebut juga pengukuran statis. Dimensi tubuh yang diukur dengan posisi tetap antara lain

meliputi berat badan, tinggi tubuh dalam posisi berdiri maupun duduk, ukuran kepala, tinggi atau panjang lutut pada saat berdiri atau duduk, panjang library.uns.ac.id digilib.uns.ac.id lengan, dan sebagainya. Ukuran dalam hal ini diambil dengan percentile tertentu seperti 5-th percentile, 50-th percentile dan 95-th percentile.

2. Antropometri dinamis,

   Pengukuran keadaan dan ciri-ciri fisik manusia dalam keadaan bergerak atau memperhatikan gerakan-gerakan yang mungkin terjadi saat pekerja melaksanakan pekerjaannya. Dari ini didapatkan ukuran tubuh yang nantinya akan berkaitan erat dengan gerakan-gerakan nyata yang diperlukan tubuh untuk melaksanakan kegiatan-kegiatan tertentu.

2.2.5.4. *Ergonomic Function Deployment (EFD)*

Pendekatan ergonomi dalam perancangan stasiun kerja dan atau fasilitas kerja di industri telah menempatkan rancangan sistem kerja manusia mesin yang awalnya serba rasional- mekanistik menjadi tampak lebih manusiawi. Sebelum melakukan proses perancangan dan pengembangan diperlukan evaluasi dan analisis ergonomi untuk mengidentifikasi permasalahan ergonomi di suatu lingkungan kerja. Evaluasi ini mencakup analisis lingkungan kerja, postur kerja, jenis tugas atau pekerjaan, faktor-faktor risiko bahaya, dan lain-lain. Neuman (Neumann et al., 2006) menjelaskan bahwa terdapat delapan jenis tools yang dapat digunakan dalam evaluasi ergonomi salah satunya adalah tool untuk sistem kerja dan desain produk. Adapun tools yang dapat digunakan adalah *Ergonomic Function Deployment* (EFD). EFD berfokus pada hubungan antara keinginan dari pelanggan dan aspek ergonomis produk (Wibowo et al., 2011). Pada perancangannya, hubungan tersebut akan dituangkan kedalam bentuk matriks yang disebut dengan House of Quality (Hashim & Dawal, 2012). Adapun langkah-langkah dari EFD adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi Kebutuhan Pelanggan

Identifikasi kebutuhan pelanggan yaitu bagian yang integral dari proses pengembangan produk, dan merupakan tahap yang mempunyai hubungan paling erat dengan proses penurunan konsep, seleksi konsep, benchmark dengan pesaing dan menetapkan spesifikasi produk.

2. Penentuan Tingkat Kepentingan Konsumen

Penentuan tingkat kepentingan konsumen dilakukan untuk meneliti seberapa jauh konsumen memberikan penilaian dari kebutuhan konsumen yang tersedia.

3. Pengukuran Tingkat Kepuasan Konsumen

Customer Satisfaction (CSAT) merupakan salah satu indikator yang dapat digunakan untuk mengukur tingkat kepuasan pelanggan terhadap suatu produk atau jasa. CSAT biasanya diukur dengan menggunakan skala yang berkisar antara 1 hingga 5, dimana nilai yang lebih tinggi menunjukkan tingkat kepuasan yang lebih tinggi pula.

4. Penentuan Nilai Target

Nilai target merupakan nilai dari setiap atribut yang dianggap penting oleh perancang, sehingga menjadi acuan untuk menetapkan atribut – atribut yang dianggap penting.

5. Penentuan Rasio Perbaikan

adalah perbandingan antara sasaran yang ingin dicapai dengan tingkat kepuasan pelanggan dengan produk yang sudah diluncurkan.

6. Penentuan *Sales Point*

Memberikan informasi mengenai kemampuan dalam menjual jasa didasarkan pada seberapa jauh kebutuhan pelanggan dapat dipenuhi. Titik jual adalah kontribusi suatu kebutuhan konsumen terhadap daya jual produk.

7. Penentuan *Raw Weight*

Raw Weght atau bobot merupakan nilai dari perkalian derajat kepentingan dengan *Sales Point* dan rasio perbaikan untuk menghasilkan pembobotan dari setiap atribut.

8. Penentuan *Normalized Raw Weight*

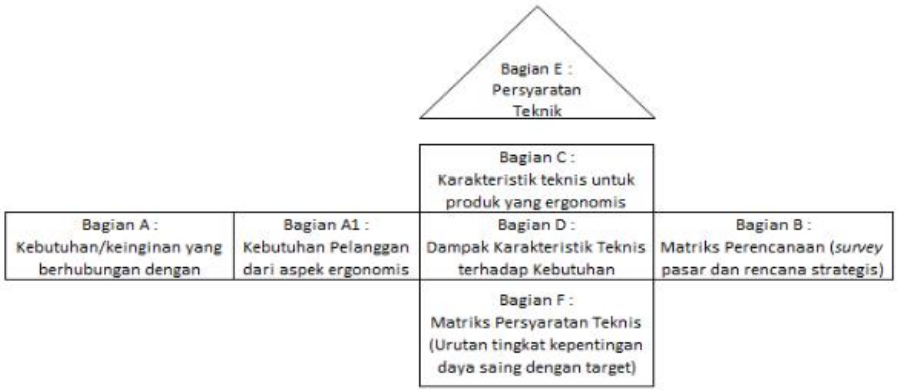
Merupakan nilai dari *Raw Weight* yang dibuat dalam skala 0-1 atau dibuat dalam bentuk persentase.

9. Penyusunan Kepentingan Teknis

Pada tahap ini dilakukan identifikasi teradap kebutuhan teknik yang sesuai kebutuhan konsumen.

2.2.5.5. *House of Ergonomic (HOE)*

House of Quality (HOQ) sendiri dibagi menjadi beberapa bagian yang saling terhubung untuk menghasilkan keterkaitan antara aspek kebutuhan pelanggan dengan aspek ergonomis pada produk (Ginting & Halim, 2012; Wirani et al., 2019)



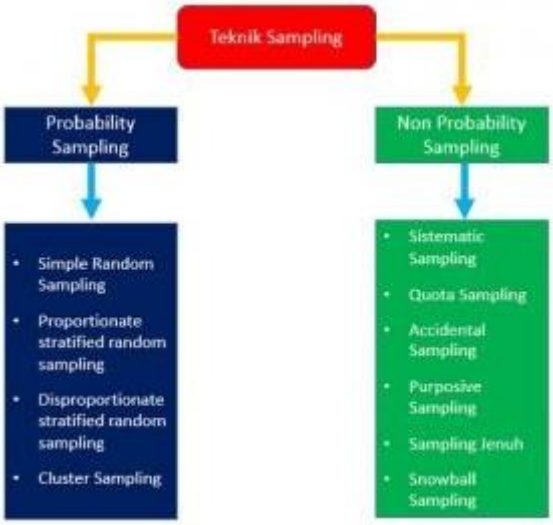
Gambar 2. 12 *Home Of Ergonomic*

- bagian A berisi sejumlah keb utuhan dan keinginan pelanggan, penentuan keinginan konsumen, inilah yang biasanya ditentukan berdasarkan penelitian pasar kualitatif dan terjemahan kebutuhan konsumen yang termasuk dalam aspek ergonomi. Penerjemah ini harus dilakukan secara tepat agar memudahkan tim perancang menentukan karakteristik aspek teknisnya (A1).
- Bagian B berisi (1) Tingkat kepentingan, kebutuhan dan keinginan konsumen, (2) Data tingkat kepuasan konsumen terhadap produk yang dihasilkan oleh perusahaan dan produk pesaing, (3) Tujuan strategis untuk produk atau jasa baru yang dikembangkan.
- Bagian C tertuang tentang karakteristik teknis yang mendeskripsikan produk yang dirancang. Karakteristik teknis ini biasanya merupakan penterjemahan dari kebutuhan/keinginan pelanggan.

- Bagian D menyangkut tentang penilaian manajemen mengenai kekuatan hubungan antara elemen-elemen yang terdapat pada bagian persyaratan teknis (matriks C) terhadap kebutuhan konsumen (matriks A) yang dipengaruhinya. Kekuatan hubungan ditunjukkan dengan menggunakan simbol tertentu.
- Bagian E merupakan bagian kelima dari HOE adalah technical correlation, matriks yang bentuknya menyerupai atap (roof). Dimana matriks ini digunakan untuk mengidentifikasikan pertukaran atribut sesuai yang terjadi, matriks ini menunjukkan hubungan antar atribut yang satu dengan yang lain.
- Bagian F berisi tentang *Technical Response* priorities, competitive technical benchmarking, target technical. Nantinya bagian F ini digunakan sebagai masukan dalam membangun beberapa konsep hasil interpretasi dari berbagai sumber termasuk benchmarking.

2.2.6. Teknik Sampling

menurut Margono (2004) adalah: Teknik sampling adalah cara untuk menentukan sampel yang jumlahnya sesuai dengan ukuran sampel yang akan dijadikan sumber data sebenarnya, dengan memperhatikan sifat-sifat dan penyebaran populasi agar diperoleh sampel yang representatif. Sedangkan data yang akan dipakai dalam penelitian belum tentu merupakan keseluruhan dari suatu populasi. Hal ini patut dimengerti mengingat adanya beberapa kendala seperti populasi yang tidak terdefinisikan, seperti kendala biaya, waktu, tenaga serta masalah heterogenitas atau homogenitas dari elemen populasi tersebut. Dengan alasan tersebut maka, dibutuhkan sampel dalam sebuah penelitian. Sampel adalah prosedur dimana hanya sebagian dari populasi saja yang diambil dan dipergunakan untuk menentukan sifat dan ciri yang dikehendaki dari populasi. Menurut Sugiyono (2001), untuk menentukan sampel yang akan digunakan dalam penelitian, terdapat berbagai teknik sampling yang digunakan. Secara skematis ditunjukkan pada diagram berikut ini:



Gambar 2. 13 *Diagram Teknik Sampling*

Dari diagram di atas menjelaskan pada kita bahwasanya teknik penentuan sampel dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu:

1. *Probability Sampling*

Probability Sampling adalah salah satu teknik pengambilan sampel yang memberikan peluang yang sama bagi setiap unsur (anggota) populasi untuk dipilih menjadi anggota sampel. Dengan *Probability Sampling*, maka pengambilan sampel secara acak atau random dari populasi yang ada. Yang termasuk ke dalam kelompok *Probability Sampling* antara lain: simple random sampling, proportionate stratified random sampling, disproportionate stratified random sampling, dan area (cluster) sampling (disebut juga dengan sampling menurut daerah). Teknik sampel *Probability Sampling* meliputi:

- *Simple Random Sampling*

  Simple Random Sampling dinyatakan *simple* (sederhana) karena pengambilan sampel anggota populasi dilakukan secara acak tanpa memperhatikan strata yang ada dalam populasi itu.

- *Proportionate Stratified Random Sampling*

  Proportionate Stratified Random Sampling biasa digunakan pada populasi yang mempunyai susunan bertingkat atau berlapis-lapis. Teknik ini digunakan bila populasi mempunyai anggota/unsur yang tidak homogen

dan berstrata secara proporsional. Kelemahan dari cara ini jika tidak ada investigasi mengenai daftar subjek maka tidak dapat membuat strata.

- *Disproprtionate Stratified Random Sampling*

  Disproportionate Stratified Random Sampling digunakan untuk menentukan jumlah sampel bila populasinya berstrata tetapi kurang proporsional.

- *Cluster Sampling* (Area Sampling)

  Cluster Sampling (Area Sampling) juga cluster random sampling. Teknik pengambilan sampel ini digunakan bilamana populasi tidak terdiri dari individu-individu, melainkan terdiri dari kelompok-kelompok individu atau cluster. Teknik sampling daerah digunakan untuk menentukan sampel bila objek yang akan diteliti atau sumber data sangat luas.

2. NonProbability Sampling

Yang termasuk ke dalam jenis *NonProbability Sampling* antara lain: sampling sistematis, sampling kuota, sampling aksidental, purposive sampling, sampling jenuh, dan *snowball* sampling. *NonProbability Sampling* adalah salah satu teknik pengambilan sampel yang tidak memberi peluang/kesempatan yang sama bagi setiap unsur atau anggota populasi untuk dipilih menjadi sampel. Jenis teknik sampling ini antara lain:

- Sampling Sistematis atau *Systematic Sampling*

  Sampling sistematis adalah teknik penentuan sampel berdasarkan urutan dari anggota populasi yang telah diberi nomor urut.

- Sampling Kuota

  Sampling kuota adalah teknik untuk menentukan sampel dari populasi yang mempunyai ciri-ciri tertentu sampai jumlah (kuota) yang diinginkan. Teknik ini jumlah populasi tidak diperhitungkan akan tetapi diklasifikasikan dalam beberapa kelompok. Sampel diambil dengan memberikan jatah atau quorum tertentu terhadap kelompok. Pengumpulan data dilakukan

langsung pada unit sampling. Setelah jatah terpenuhi, maka pengumpulan data dihentikan.

- Sampling Aksidental

  Sampling aksidental adalah teknik penentuan sampel berdasarkan kebetulan, yaitu siapa saja yang secara kebetulan bertemu dengan peneliti dapat digunakan sebagai sampel, bila dipandang orang yang kebetulan ditemui itu sesuai sebagai sumber data.

- *Sampling Purposive*

  Sampling purposive adalah teknik penentuan sampel dengan pertimbangan tertentu. Pemilihan sekelompok subjek dalam purposive sampling, didasarkan atas ciri-ciri tertentu yang dipandang mempunyai sangkut paut yang erat dengan ciri-ciri populasi yang sudah diketahui sebelumnya. Maka dengan kata lain, unit sampel yang dihubungi disesuaikan dengan kriteria-kriteria tertentu yang diterapkan berdasarkan tujuan penelitian atau permasalahan penelitian.

- Sampling Jenuh

  Sampling jenuh adalah teknik penentuan sampel bila semua anggota populasi digunakan sebagai sampel. Hal ini sering dilakukan bila jumlah populasinya relatif kecil, kurang dari 30 orang. Sampel jenuh disebut juga dengan istilah sensus, dimana semua anggota populasi dijadikan sampel.

- *Snowball Sampling*

  Snowball sampling adalah teknik pengambilan sampel yang awal mula jumlahnya kecil, kemudian sampel ini disuruh memilih teman-temannya untuk dijadikan sampel. Dan begitu seterusnya, sehingga jumlah sampel makin lama makin banyak. Ibaratkan sebuah bola salju yang menggelinding, makin lama semakin besar. Pada penelitian kualitatif banyak menggunakan sampel *purposive* dan *snowball*.

2.2.7. Kuisioner

Meurut Dewa Ketut Sukardi (1983), mengatakan pengertian kuesioner penelitian adalah teknik pengumpulan data dalam sebuah penelitian dengan cara memberikan daftar pertanyaan atau pernyataan secara tertulis kepada responden. Jadi, metode penelitian ini tidak memerlukan wawancara langsung dan bertatap muka dengan responden. Sedangkan menurut Bimo Walgito (2010), pengertian kuesioner penelitian adalah daftar pertanyaan dalam penelitian yang harus dijawab oleh responden. Setelah jawaban responden terkumpul, jawaban itu akan dipelajari dan dianalisis. Dalam membuat kuesioner penelitian, Anda tidak hanya perlu memperhatikan isi, jenis dan karakteristiknya, tetapi juga syarat membuat kuesioner penelitian. Ada beberapa syarat membuat angket atau kuesioner penelitian, antara lain:

- Adanya subjek, yaitu individu atau lembaga yang melaksanakan penelitiaan.
- Adanya ajakan, yaitu permohonan dari peneliti untuk turut serta mengisi secara aktif dan objektif pertanyaan maupun pernyataan yang tersedia.
- Adanya petunjuk pengisiaan kuisioner, di mana pentunjuk yang tersedia harus mudah dimengerti.
- Skala rasio digunakan untuk mengurutkan, membedakan, dan membandingkan data. Ciri-cirinya adalah data saling memisah, bersifat logis, mengikuti aturan, dan kategori data ditentukan berdasar karakteristik khusus. Skala rasio adalah skala pengukuran paling tinggi dibandingkan skala nominal, ordinal, dan interval.
- Skala likert adalah suatu skala psikometrik yang umum digunakan dalam angket dan merupakan skala yang paling banyak digunakan dalam riset berupa survei. Nama skala ini diambil dari nama Rensis Likert, yang menerbitkan suatu laporan yang menjelaskan penggunaannya. Skala Likert atau Likert Scale adalah skala penelitian yang digunakan untuk mengukur sikap dan pendapat. Dalam skala likert responden diminta untuk melengkapi kuesioner yang mengharuskan mereka untuk menunjukkan tingkat

persetujuannya terhadap serangkaian pertanyaan. Pertanyaan atau pernyataan yang digunakan dalam penelitian ini biasanya disebut dengan variabel penelitian. Skala Likert adalah salah satu bentuk skala yang dilakukan untuk mengumpulkan data demi mengetahui atau mengukur data yang bersifat kualitatif maupun kuantitatif. Data tersebut diperoleh untuk mengetahui pendapat, persepsi, ataupun sikap seseorang terhadap sebuah fenomena yang terjadi.

- Skala Interval merupakan skala pengukuran yang sering digunakan untuk menyatakan peringkat untuk antar tingkatan. Pada skala interval tidak memiliki nilai nol. Nilai nol yang dimaksud hanya menggambarkan satu titik dalam skala saja.

2.2.8. Hipotesis Penelitian

2.2.8.1. *Uji Validitas*

Validitas adalah menilai seberapa akurat metode penelitian dalam proses mengukur apa yang ingin diukur. Penelitian yang memiliki validitas tinggi artinya adalah penelitian yang punya hasil sesuai sifat, karakteristik, dan variasi nyata. Metode penelitian kuantitatif maupun kualitatif merupakan metode mempelajari fenomena nyata, artinya validitas data mengacu pada seberapa banyak fenomena yang akan diukur atau seberapa banyak informasi tak terkait yang turut serta pada hasil penelitian. Kriteria pengujian tes validitas adalah sebagai berikut :

1. Jika koefisien korelasi product moment melebihi 0,3.
2. Jika koefisien korelasi product moment > r tabel.
3. Nilai sig ≤ α.

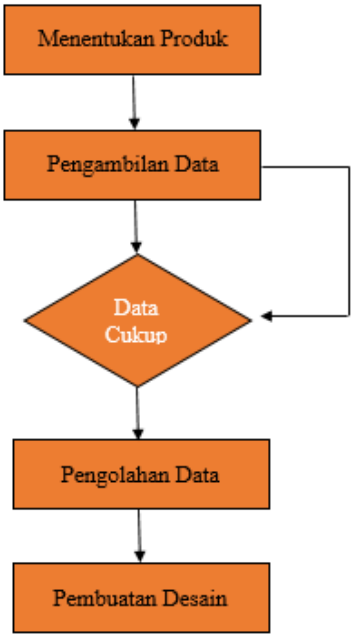
2.2.8.2. *Uji Reliabilitas*

Uji reliabilitas menilai konsistensi metode ukur. Jika hasil serupa bisa didapat secara konsisten dengan memakai metode serupa dalam keadaan sama, pengukuran tersebut dikatakan bisa diandalkan. Artinya, reliabilitas adalah kemampuan mengulang hasil tes untuk menghasilkan hasil serupa. Dalam hal ini ada yang namanya koefisien reliabilitas, yaitu ukuran seberapa baik tes tersebut

mengukur pencapaian. Ada banyak metode untuk melakukan uji reliabilitas seperti Cronbach's Alpha, Korelasi Pearson, Formula Spearman Brown, dan Cohen's Alpha. Lalu.

2.2.9. Rancangan Penelitian Mesin AGV

Rancangan atau desain penelitian Kursi dan Meja Hias Taman adalah proses pengumpulan dan analisis data penelitian meliputi proses perencanaan dan pelaksanaan penelitian. Pada dasarnya rancangan penelitian merupakan "blueprint" yang menjelaskan setiap prosedur penelitian mulai dari tujuan penelitian sampai dengan analisis data. Rancangan penelitian mesin AGV dibuat dengan tujuan agar pelaksanaan penelitian dapat dijalankan dengan baik, benar dan lancar. Langkah-langkah dalam merancang Kursi dan Meja Hias Taman dapat dilihat pada gambar 2.7. dibawah ini.



Gambar 2. 14 *Flowchart Perancangan Mesin AGV*

Berdasarkan *Flowchart* pada gambar 2.5. diatas, langkah pertama yang harus dilakukan adalah menentukan produk apa yang akan dirancang. Tahap selanjutnya adalah melakukan pengumpulan data dengan membuat kuisioner yang nantinya akan dibagikan kepada perusahaan sebagai bahan pertimbangan

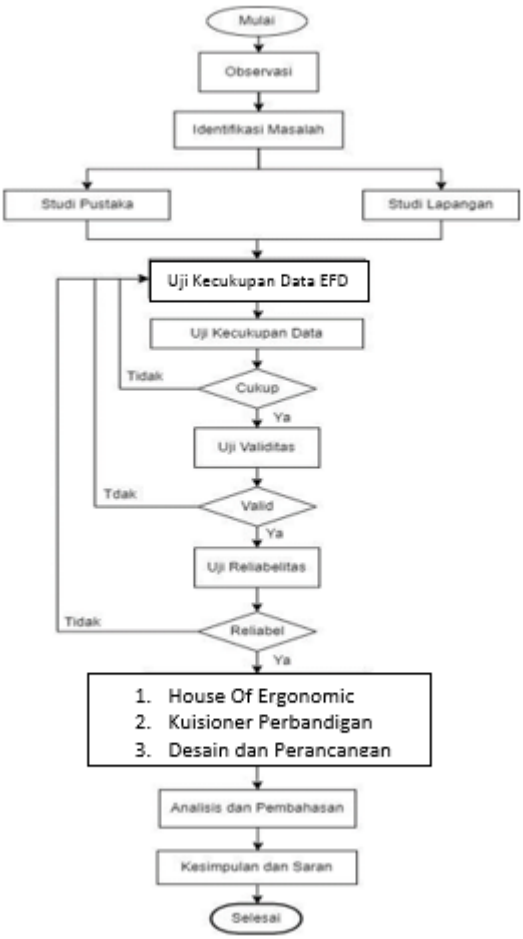
pembuatan produk. Tahap pengumpulan data bertujuan untuk mendapat suatu ukuran dan desain produk yang berdasarkan dimensi dan suara konsumen (customer needs), data tersebut kemudian diolah menggunakan metode *Ergonomic Funtion Deployment* (EFD) dan Antropometri, dengan bantuan software SPSS. Hasil olahan data akan menjadi acuan dalam merancang masin AGV.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Diagram Alir

Dalam sebuah penelitian diperlukan metode yang tepat untuk melakukannya. Diagram alir penelitian dalam desain mesin AGV dapat dilihat pada gambar 3.1. dibawah ini :



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

Berdaasarkan gambar 3.1. diatas, dapat dijelaskan mengenai langkah dan prosedur dari diagram alir penelitian mesin *Automated Guided Vehicle* berikut ini :

1) **Observasi**

Observasi dilakukan secara langsung dengan melakukan wawan cara terhadap karyawan perusahaan CV. Sinar Baja Elektrick

2) **Identifikasi Masalah**

Hal yang pertama yang dilakukan adalah mengidentifkasi masalah yang ada pada petani di Desa Kebakalan, kemudian menetapkan tujuan yang ingin dicapai.

3) **Studi Pustaka**

Mengumpulkan dan memanfaatkan informasi-informasi yang berkaitan dengan materi dan metodologi dari penelitian tersebut.

4) **Studi Lapangan**

Tahap ini merupakan observasi langsung ke lapangan yang bertujuan untuk mengetahui secara langsung bagaimana permasalahan yang dialami oleh Oprator Hand palet atau porklift.

5) **Pengumpulan Data**

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan oleh peneliti, maka pengumpulan data berasal dari wawancara, dan kuisioner yang di sebarkan kepada karyawan

6) **Metode Penelitian**

Pada penelitian ini peneliti menggunakan Metode *Ergonomic Function Deployment* (EFD) yang dapat digunakan untuk melakukan pengembangan dan perancangan alat.

7) **Pengolahan Data**

Berdasarkan pada pengumpulan data dan penentuan metode maka dilakukan pengolahandata dengan metode yang di gunakan.

8) **Analisis dan Pembahasanan**

Tahap ini dilakukan untuk menganalisa dan membahas hasil yang telah diperoleh dengan menggunakan metode *Quality Function Deployment.*

9) **Kesimpulan dan Saran**

Tahap terakhir yang dilakukan yaitu kesimpulan dan saran. Penarikan kesimpulan berisi tentang hal-hal pokok dari hasil pengolahan data secara keseluruhan dan desain alat pemotong tembakau menggunakan metode Quality Function Deployment. Sedangkan saran ditujukan untuk memberikan masukkan dan saran kepada pihak-pihak yang bersangkutan.

3.2. Metode Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan untuk penelitian ini nantinya akan diolah dengan menggunakan metode yang telah dipilih, antara lain (sugiyono, 2014) :

a. Obeservasi

   Observasi adalah metode yang digunakan untuk mengamati sesuatu, seseorang, suatu lingkungan, atau situasi secara tajam dan terperinci, serta mencatatnya secara akurat dalam beberapa cara.

b. Wawancara

   Skala likert digunakan untuk mengukur sikap, pendapat, dan persepsi seseorang atau sekelompok orang tentang fenomena sosial. Dengan skala likert, variabel yang akan diukur dijabarkan menjadi indikator variabel. Kemudian indikator tersebut dijadikan sebagai titik tolak menyusun item-item instrumen yang dapat berupa pertanyaan atau pernyataan.

3.3. Skala Likert

Skala Likert atau Likert Scale adalah skala penelitian yang digunakan untuk mengukur sikap dan pendapat. skala likert dilakukan untuk mengumpulkan data demi mengetahui atau mengukur data yang bersifat kualitatif maupun kuantitatif. . Dengan skala likert juga, variabel yang akan diukur dijabarkan menjadi indikator variabel. Kemudian indikator tersebut dijadikan sebagai titik tolak menyusun item-item instrumen yang dapat berupa pertanyaan atau pernyataan.

3.4. Kuisioner

Penyusunan kusioner merpukam hal yang pokok untuk pengumpulan data dan informasi relevan. Setelah mengidentifikasi kebutuhan konsumen maka dilakukan kusioner dari hasil wawancara dan hasil responden untuk menjawab kuisioner.

Untuk keperluan analisis kuantitatif maka jawaban dapat diberikan skor atau nilai misalnya :

1. Sangat Perlu (SP) Beri bobot 5
2. Perlu (P) Beri bobot 4
3. Cukup Perlu (CP) Beri bobot 3
4. Tidak Perlu (TP) Beri bobot 2
5. Sangat Tidak Perlu (STP) Beri bobot 1

Tabel kuisioner dapat dilihat pada tabel 3.1 dibawah ini:

Tabel 3. 1 Daftar Pertanyaan Kuisioner

No	Pernyataan	Tingkat Kepentingan				
		STP	TP	CP	P	SP
		1	2	3	4	5
1	Mesin AGV sepagai sarana penunjang proses material *Handling*					
2	Bentuk mesin AGV mengikuti bentuk badan					
3	Badan tidak capek setelah meletakan atau mengambil barang dari mesin AGV					
4	Desain mesin AGV unik					
5	Desain mesin memadukan nilai industri					
6	Penataan komponen yang rapi					
7	Jenis komponen yang kuat					
8	Finishing dengan cat					

Sumber : data diolah

Seperti yang terlihat pada tabel 3.1 diatas, terdapat 9 atribut pernyataan yang akan digunakan pada desain kualitas mesin AGV. Dimana 8 atribut tersebut akan dibagikan kepada 30 responden dan akan dikembalikan setelah selesai pengisian, kemudian data tersebut akan diolah menggunakan aplikasi SPSS untuk mengetahui apa saja yang akan dibutuhkan dalam mesin AGV.

3.5. Uji Hipotesis

3.5.1. Uji Validitas

Validitas berasal dari kata validity yang mempunyai arti sejauh mana ketepatan dan kecermatan suatu alat ukur dalam melakukan fungsi ukurnya artinya ada kesesuaian antara alat ukur dengan fungsi pengukuran dan sasaran pengukuran. Validitas adalah ukuran yang menyatakan ketepatan tujuan tes (alat ukur) dan memenuhi persyaratan pembuatan tes. Validitas tes menunjukan derajat kesesuaian antara tes dan atribut yang akan di ukur (Zulkifli, 2009).

Validitas tes pada dasarnya menunjuk kepada derajat fungsi pengukurnya suatu tes, atau derajat kecermatan ukurnya sesuatu tes. Validitas suatu tes mempermasalahkan apakah tes tersebut benar-benar mengukur apa yang hendak diukur. Maksudnya adalah seberapa jauh suatu tes mampu mengungkapkan dengan tepat ciri atau keadaan yang sesungguhnya dari obyek ukur, akan tergantung dari tingkat validitas tes yang bersangkutan. validitas berkenaan dengan ketepatan alat penilaian terhadap konsep yang dinilai sehingga betul-betul menilai apa yang seharusnya dinilai (Suryabrata, 2000 dikutip oleh Zulkifli, 2009).

Ghozali (2013) menyatakan bahwa uji validitas digunakan untuk mengukur sah atau valid tidaknya suatu kuesioner. Suatu kuesioner dikatakan valid jika pertanyaan pada kuesioner mampu untuk mengungkapkan sesuatu yang akan diukur oleh kuesioner tersebut. Untuk menganalisis hasil dari uji validitas yaitu dengan melakukan perbandingan antara nilai r hitung dengan nilai r tabel. Data penelitian dikatakan valid apabila nilai r hitung > r tabel berdasarkan uji signifikansi 0,05.

3.5.2. Uji Reliabilitas

Reliabilitas adalah ketetapan atau keajegan alat tersebut dalam mengukur apa yang diukurnya. Artinya, kapan pun alat ukur tersebut digunakan akan memberikan hasil ukur yang sama. Contoh paling nyata adalah timbangan atau meteran. Hal yang sama terjadi untuk alat ukur suatu gejala, tingkah laku, ciri atau sifat individu dan lain-lain. Misalnya alat ukur prestasi belajar seperti tes hasil belajar, alat ukur sikap, kuesioner dan lain-lain, hendaknya meneliti sifat keajegan tersebut (Azwar, 2003 dikutip oleh Astutik 2015).

Reliabilitas alat penilaian adalah ketepatan atau keajegan alat tersebut dalam menilai apa yangdinilainya. Artinya, kapanpun alat penilaian tersebut digunakan akan memberikan hasil yang relatif sama. Kriteria Uji Reliabilitas adalah Reliabilitas suatu konstruk variabel dikatan baik jika memiliki nilai Cronbach's Alpha> 0,60. Langkah-langkah dan kotak kerja untuk menguji reliabilitas suatu konstruk variabel sama dengan pada saat pengujian validitas masing masing butir pertanyan. Output SPSS untuk uji reliabilitas akan dihasilkan secara bersama-sama dengan uji validitas (Sudjana ,2004 dikutip oleh Astutik 2015).

Ghozali (2013) menyatakan bahwa reliabilitas adalah alat untuk mengukur suatu kuesioner yang merupakan indicator dari peubah atau konstruk. Suatu kuesioner dikatakan reliable atau handal jika jawaban seseorang terhadap pernyataan adalah konsisten atau stabil dari waktu ke waktu. Reliabilitas suatu test merujuk pada derajat stabilitas, konsistensi, daya prediksi, dan akurasi. Pengukuran yang memiliki reliabilitas yang tinggi adalah pengukuran yang dapat menghasilkan data yang reliable tinggi, dimana secara empiric ditunjukkan oleh suatu angka yang disebut nilai koefisien reliabilitas. Pengujian reliabilitas instrument dengan menggunakan Alpa Cronbach karena instrument penelitian ini berbentuk angket dan skala bertingkat. Jika nilai alpha > 0,7 artinya reliabilitas mencukupi (sufficient reliability) sementara jika alpha > 0,8 ini menyatakan seluruh item reliable dan seluruh tes secara konsisten memiliki reliabilitas yang kuat. Atau, ada pula yang menunjukkan hasil sebagai berikut : Jika alpha > 0,9

maka relibilitas sempurna. Jika alpha antara 0,7 – 0,9 maka reliabilitas tinggi. Jika alpha 0,5 – 0,7 maka reliabilitas moderat. Jika alpha < 0,5 maka reliabilitas rendah. Jika alpha rendah, kemungkinan satu atau beberapa item tidak reliable.

3.6. Metode Pengolahan dan Analisa Data

3.6.1. *Ergonomic Function Deployment* (EFD) Pada perancangan Mesin AGV

Langkah-langkah dalam membangun EFD adalah sebagai berikut :

1. Penentuan Atribut Atribut yang digunakan berdasarkan aspek ergonomi,yaitu Efektif, Nyaman, Aman, Sehat, dan Efisien (ENASE). Atribut digunakan untuk merancang kuesioner pendahuluan yang akan disebarkan kepada responden yaitu para petani (Meiharty, 2013)
2. Perancangan Kuesioner Kuesioner digunakan untuk mengetahui kebutuhan-kebutuhan petani. Kuesioner yang digunakan terdiri dari 3 tahapan kuesioner yaitu:
    a. Kuesioner pendahuluan, digunakan untuk mengetahui kepentingan dan kebutuhan petani.
    b. Kuesioner pengukuran, digunakan untuk mengetahui kevalidan dan kereliabelan alat ukur. Pengujian dilakukan dengan menggunakan uji validitas dan reliabilitas. Kuesioner disebarkan kepada 30 orang responden.
    c. Kuesioner penelitian, disebarkan ke 30 responden untuk mengetahui tingkat kepentingan dan kepuasan konsumen.
3. Pembentukan House Of *Ergonomic*

Matriks house of ergonomiyang digunakan dibentuk sesuai kebutuhan dan keinginan konsumen yang sesuai dengan prinsip-prinsip ergonomi yang dijadikan atribut produk mesin AGV dan spesifikasi teknik produk mesin AGV. Langkah-langkah yang dilakukan untuk membentuk house of *Ergonomic*adalah sebagai berikut:

a. Planning Matriks, digunakan untuk menentukan prioritas pemenuhan kebutuhan konsumen. Dalam matriks perencanaan ini terdapat beberapa kolom yaitu

- mportance to customer, diperoleh dari nilai tingkat kepentingan setiap kebutuhan konsumen.
- Current satisfaction performance, diperoleh dari tingkat kepuasan untuk setiap kebutuhan konsumen dengan menghitung weight average performance scoredengan menggunakanrumus:

Performance weight= skala x jumlah responden

$$weighted\ Average\ Performance = \frac{\Sigma\left[\left(\begin{matrix}Number\ of\ responden\ at\\ performance\ value\ i\end{matrix}\right)i\right]}{(Total\ Number\ of\ Responden)}$$

- *Goal*adalah nilai yang ingin dicapai oleh produk yang dirancang. Nilai *Goal*pada umumnya menggunakanskala yang sama dengan tingkat kepuasan. Penentuan nilai *Goal* mengacu pada nilai importance to customeryang dilakukan oleh tim pengembangan produk.
- *Improvement Ratio*, menunjukkan seberapa besar perbaikan atau peningkatan yang harus dilakukan dalam mengembangkan produk. Cara untuk mengetahui nilai *Improvement Ratio* adalah sebagai berikut:

$$Improvement = \frac{Goal}{Current\ satisfaction\ permormance}$$

- *Sales Point* adalah atribut yang dianggap memiliki nilai jual yang tinggi terutama untuk penjualan. Arti nilai dari *Sales Point* dapat dilihat pada Tabel

Tabel 3. 2 Tabel *Sales Point*

Nilai	Arti
1	Tidak ada *Sales Point*
1.2	*Sales Point* sedang

1.5	*Sales Point* kuat

(Sumber: Meyharti, 2013)

- *Raw Weight* enunjukkan seberapa besar perbaikan produk baby tafel yang harus dilakukan. Cara untuk melakukan perhitungan *Raw Weight* adalah sebagai berikut:

$$RawWeight = \binom{Importance}{toCustomer} \cdot (ImprovementRatio)$$

- *Normalized Raw Weight*Merupakan nilai dari *Raw Weight*yang dibuat dalam skala 0-1 atau dibuat dalam bentuk persentase. Dihitung dengan rumus:

$$Normalized\ Raw\ Weight = \frac{Raw\ Weight}{\Sigma\ Raw\ Weight}$$

b. *Technical Response*s

*Technical Response*atau disingkat juga dengan matrik How'sberisi dataatau informasi teknis yang digunakan perusahaan untuk mendeskriptifkan kinerja dari produk atau jasa yang disediakannya. Matrik ini merupakan translasi darikriteria kebutuhan pelanggan (voice of customer) ke dalam gambaran bagaimana produk atau jasa tersebut dikembangkan (voice of developer). Cara yang dapat digunakan untuk menentukan isi dari matrik ini adalah dengan menentukan dimensi dan cara mengukurnya, dengan melihat fungsi produk atau jasa tersebut dan subsistemnya. Sementara itu untuk ukuran kinerja di bidang jasa dapat menggunakan pendekatan proses atau jalannya proses dari pelayanan jasa tersebutdari awal hingga akhir sampai ke konsumen.

c. *Matrix Relationship*

*Matrik Relationship*menyatakan hubungan yang terjadi antara Customerneeddan *Technical Response*. Setiap hubungan menunjukkan kekuatan hubungan antara satu *Technical Response* dengan satu VOC. Kekuatan hubunganini disebut pengaruh (impact) dari *Technical Response* terhadap VOC. Kemungkinan dalam Relationship Matrik akan digambarkan

oleh simbol-simbol untuk memudahkan dalam visualisasi dengan pembagian atribut respon teknis sangat kuat, kuat,sedang, atau tidak saling terhubung sama sekali. Kekuatan hubungan tersebut dilambangkan dengan angka 0, 1, 3, 9.

Tabel 3. 3 *Matrix Relationship*

Simbol	Arti	Nilai
	Tidak ada hubungan	0
Δ	Bila ada kemungkinan terjadi hubungan antar keduanya	1
O	Bila ada hubungan yang kuat	3
◎	Bila ada hubungan yang kuat	9

(Sumber:wahyu, 2012)

3.6.2. Pengolahan Data Antropometri

Antropometri Istilah antropometri berasal dari “anthro” yang berarti manusia dan “metri”yang berarti ukuran. Antropometri adalah pengetahuan yang menyangkut pengukuran tubuh manusia khususnya dimensi tubuh. Antropometri secara luas akan digunakan sebagai pertimbangan-pertimbangan ergonomis dalam proses perancangan (design) produk maupun sistem kerja yang akan memerlukan interaksi manusia (Suhardi, 2003).

Antropometri adalah ilmu yang berhubungan dengan pengukuran dimensi dan karakteristik tubuh manusia lainnya seperti volume, pusat gravitasi dan massa segmen tubuh manusia. Ukuran-ukuran tubuh manusia sangat bervariasi, bergantung pada umur, jenis kelamin, ras, pekerjaan dan periode dari masa ke masa. Pengukuran dimensi-dimensi tubuh manusia merupakan bagian yang terpenting dari antropometri karena akan menjadi data dasar untuk mempersiapkan desain berbagai peralatan, mesin, proses dan tempat kerja (Harrianto, 2008 dikutip oleh astutik, 2015).

dengan rumus sebagai berikut:

$$X_f = X_{26} - X_{18}$$

Persamaan ini dapat dipakai untuk rata-rata Xf yaitu :

$$X_f = X_{26} - X_{18}$$

$$= 780 - 270 = 510 \text{ mm}$$

Adapun nilai standart deviasi dapat diperkirakan dengan menggunakan koefisien variansi yang telah diperkirakan relative terhadap sejumlah dimensi lain. Koefisien variansi, v, didefinisikan sebagai berikut :

$$V=\frac{\alpha x}{x} X100\%$$

Adapun nilai v untuk berbagai macam kelompok dimensi tubuh tersebut ditabulasikan pada tabel 3.2. dibawah ini :

Tabel 3. 4 *Nilai Variansi*

MacamDimensi	f.Var.,v.(%)
AnggotaTubuhMemanjang(tinggi badan,tinggi duduk, tinggi mata)	3,7
AnggotaTubuhMemanjang(yanglebih pendek)	4,6
LebarTubuh(lebarpinggul,lebarbahu)	5,9
TebalTubuh(tebaldada,tebalperut)	8,8
UkuranKepala(panjang,lebarkepala)	3,5

(Nurmianto, 2005)

3.6.3. Percentil

Persentil adalah suatu nilai yang menunjukkan presentase tertentu dari orang yang memiliki ukuran pada atau di bawah nilai tersebut (Wignjosoebroto S, 1995). Pada data antropometri dinyatakan dalam persentil, populasi yang ada dibagi untuk kepenting studi menjadi seratus kategori persentase yang diurutkan dari nilai yang terkecil sampai yang terbesar untuk satu ukuran tubuh tertentu. Rumus yang digunakan:

$$s\bar{x} = \frac{s}{\sqrt{s}}$$

Untuk persentil 5 $= \overline{X} - Z \cdot \sigma$

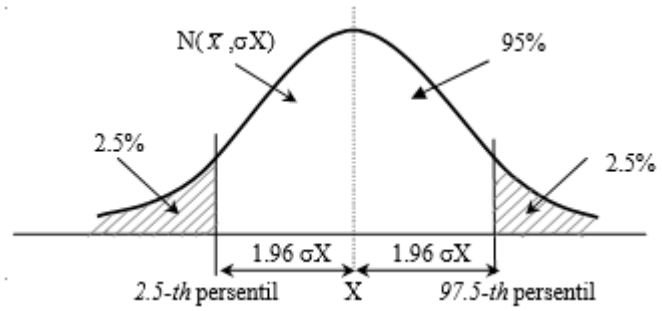
$= \overline{\overline{X}} - 1.645 \cdot \sigma$

Untuk persentil 50 $= \overline{\overline{X}}$

Untuk persentil 95 $= \overline{\overline{X}} + Z \cdot \sigma$

$= \overline{\overline{X}} + 1.645 \cdot \sigma$

Data antropometri jelas diperlukan supaya rancangan produk dapat sesuai dengan orang yang akan mengoperasikannya. Permasalahan adanya variasi ukuransebenarnya akan lebih mudah di atasi bilamana mampu merancang produk yang memiliki fleksibilitas dan sifat “mampu suai” dengan suatu rentang ukuran tertentu (Wignjosoebroto S, 1995). Penerapan distribusi normal dalam penetapan data antropometri untuk perancangan alat bantu ataupun stasiun kerja seperti terlihat pada gambar berikut ini



Gambar 3. 2 Distribusi Normal dengan Data Antropometri Persentil Ke-95

Persentil merupakan suatu nilai yang menunjukkan persentase tertentu dariorang yang memiliki ukuran pada atau dibawah nilai tersebut. Seperti persentil ke-95 menunjukkan 95% populasi berada pada atau dibawah ukuran tersebut. Menghitung nilai persentil digunakan formulasi seperti terlihat pada tabel 2.2 dibawah ini.

Tabel 3. 5 *Persentil dan Cara perhitngan dalam Distribusi Normal*

Persentil	Perhitungan	Persentil	Perhitungan
Ke-1	$\bar{x}$ -2.325σ_x	Ke-90	$\bar{x}$ +1.280 σ_x
Ke-2.5	$\bar{x}$ -1.960σ_x	Ke-95	$\bar{x}$ +1.645σ_x
Ke-5	$\bar{x}$ -1.645σ_x	Ke-97.5	$\bar{x}$ +1.960σ_x
Ke-10	$\bar{x}$ -1.280σ_x	Ke-99	$\bar{x}$ +2.325σ_x
Ke-50	$\bar{x}$		

Sumber: Wignjosoebroto S., 2000

Agar rancangan dari suatu produk nantinya sesuai dengan ukuran tubuh manusia yang akan mengoperasikannya perlu diterapkan prinsip-prinsip aplikasi data antropometri, sebagai berikut:

1. Prinsip perancangan produk bagi individu ekstrim

   Rancangan produk dibuat disini untuk dapat memenuhi dua sasaran, yaitu sesuai untuk mengikuti klasifikasi ekstrim (terlalu besar atau terlalu kecil dibandingkan rata-rata) dan memenuhi ukuran tubuh mayoritas. Dimensi minimum digunakan nilai persentil ke-90, ke-95 atau ke-99 dan untuk dimensi maksimum digunakan persentil ke-1, ke-5 atau ke-10. Pada umumnya persentil yang umum digunakan adalah ke-95 dan ke-5.

2. Prinsip perancangan produk yang bisa dioperasikan diantara rentang

   Produk yang dirancang disini dapat diubah-ubah ukurannya sehingga cukup fleksibel dioperasikan oleh setiap orang yang memiliki berbagai macam ukuran tubuh. Mendapatkan rancangan yang fleksibel umumnya digunakan rentang persentil ke-5 sampai ke-95.

3. Prinsip perancangan produk dengan ukuran rata-rata

   Prinsip produk ini dirancang berdasarkan rata-rata ukuran manusia. Dalam hal ini kemungkinan orang yang berada dalam ukuran rata-rata sedikit, sedangkan ukuran ekstrim akan dibuatkan rancangan tersendiri.

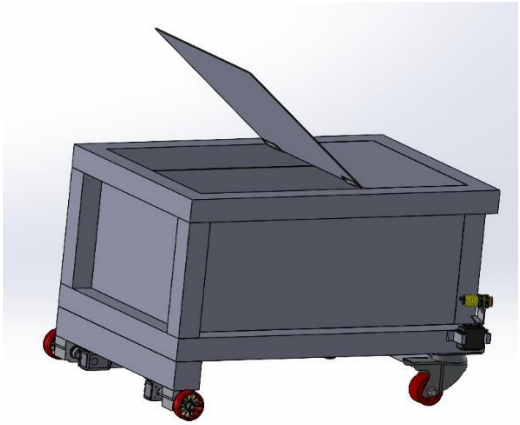
BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

4.2.1. Deskripsi Hasil Rancangan Produk

Produk yang dibuat dalam penelitian ini adalah Desain Kualitas Produk Mesin AGV utuk Proses *Material Handling*. Produk Mesin AGV utuk Proses *Material Handling* ini terbentuk dari beberapa bahan seperti besi, sensor *magnetik*, dan arduio. Hasil dari Perancangan Mesin AGV dapat dilihat pada gambar 4.1. dibawah ini :



Gambar 4. 1 *Desain Mesin*

Berdasarkan gambar 4.1. diatas, bahan Baku yang digunakan dalam perancangan mesin AGV adalah berasal dari Besi dan Berpemandu Sensor *Magnetik*. Dimana Besi sendiri adalah logam yang banyak digunakan didunia industri dan memiliki kekuatan yang lebih, sedangkan sensor *magnetik* sendiri memiliki tingkat keakuratan dibanding sensor *inflaret.*

4.2.2. Pengumpulan Data Kuisioner

Penyebaran kuisioner dilakukan untuk mengetahui hal-hal apa saja yang menjadi perhatian penting dalam merancang sebuah produk, baik kekurangan maupun kelebihan produk yang sudah ada maupun usulan perbaikan dan

pengembangan sebuah produk. Penyebaran kuisioner dilakukan secara acak pada 40 responden kepada Masyarakat dan Karyawan. Setelah kuisioner dibagikan, kuisioner yang telah terisi dikumpulkan kembali untuk dirangkum menjadi satu dan diinterpretasikan sebagai kebutuhan pelanggan. Seperti yang terlihat pada tabel 4.1 dibawah ini:

Tabel 4. 1 *Interpretasi Kebutuhan Pelanngan*

Primer	Sekunder	Tersier
	Fungsi / Kegunaan	Mesin AGV sebagai alat bantu proses *material hanadling*
	Ergonomi	Bentuk mesin AGV mengikuti bentuk badan
		Badan tidak capek setelah menaruh atau mengambil barang dar mesin
	Kualitas	Mesin AGV dengan komponen yang kuat
		Mesin AGV yang ringan
		Berjalan sesuai *line magnetik*
	Estetika	Penataan komponen yang rapi
		Mesin AGV dengan desain minimalis
	Finishing	Cat pada casis rapi atau rata

Sumber: Data Yang telah diolah

4.2. Pengolahan dan Analisa Data

4.2.1. Uji Validitas

Uji validitas digunakan untuk salah satu cara mengukur valid atau tidaknya suatu data kuesioner. Suatu Kuesioner dikatakan valid jika pertanyaan pada kuesioner mampu untuk mengungkapkan sesuatu yang diukur oleh kuesioner tersebut. Jadi validitas ingin mengukur apakah pertanyaan dalam kuesioner yang sudah kita buat betul-betul dapat mengukur apa yang hendak kita ukur. Pengujian validitas yang digunakan adalah *Pearson Correlation Coefficient* dengan uji signifikansi dua arah *(two tailed).* Jika hasil uji data menunjukkan nilai

koefisien korelasi melebihi 0,3 maka butir pernyataan tersebut dapat dianggap valid. Seperti yang terlihat pada tabel 4.2 dibawah ini.

Tabel 4. 2 *Hasil Uji Valditas*

NO	Pertanyaan	Koofisien Korelasi	r Tabel	Status
1	Mesin AGV sebagai sarana penunjang proses *material Handling.*	0,616	0,312	Valid
2	mesin AGV tidak memakan banyak tempat.	0.657		Valid
3	Desain mesin memadukan nilai industri.	0,525		Valid
4	Desain mesin AGV minimalis.	0,562		Valid
5	Penataan komponen yang rapi.	0.654		Valid
6	Jenis komponen yang kuat.	0,759		Valid
7	Berjalan sesuai *line magnetic.*	0,463		Valid
8	Apakah anda setuju dengan adanya mesin ini.	0,645		Valid

Sumber: Data Yang telah diolah

Berdasarkan hasil pengujian validitas pada tabel 4.4. diatas, menunjukkan bahwa secara keseluruhan penilaian responden terhadap produk mesin AGV dengan sensor *magnetik* yang diajukan dapat dikatakan valid. Hal ini kemudian data tersebut, dibandingkan dengan r tabel dengan menggunakan uji dua arah atau *two tailed* dengan tingkat signifikansi 5%. Dimana *degree of freedom* yang sudah didapat (df = 40-2 = 38), sedangkan r tabel menunjukkan nilai r = 0,3120. Sehingga Nilai r hitung > r tabel, dapat disimpulkan data tersebut valid.

4.2.2. Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas merupakan ukuran suatu kestabilan dan konsistensi responden dalam menjawab hal yang berkaitan dengan konstruk pertanyaan yang merupakan dimensi suatu variabel dan disusun dalam suatu bentuk kuesioner. Uji reliabilitas dapat dilakukan secara bersama-sama terhadap seluruh butir pertanyaan. Jika nilai Alpha > 0,60 maka dinyatakan *reliabel* (wiratna sujarweni, 2015:110). Seperti yang terlihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. 3 *Reability Statics*

Reliability Statistics		
Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
0,725	0,767	8

Sumber: Data Yang telah diolah

Tabel 4. 4 *Hasil Uji Relabilitas*

NO	Pertanyaan	Koofisien Korelasi	Status
1	Mesin AGV sebagai sarana penunjang proses *material Handling.*	0,687	*Reliabel*
2	mesin AGV tidak memakan banyak tempat.	0,683	*Reliabel*
3	Desain mesin memadukan nilai industri.	0,773	*Reliabel*
4	Desain mesin AGV minimalis.	0,698	*Reliabel*
5	Penataan komponen yang rapi.	0,678	*Reliabel*

6	Jenis komponen yang kuat.	0,658	*Reliabel*
7	Berjalan sesuai *line magnetic.*	0,722	*Reliabel*
8	Apakah anda setuju dengan adanya mesin ini.	0,681	*Reliabel*

Sumber: Data Yang telah diolah

Dari data pada tabel 4.5, menjelaskan bahwa penilaian responden terhadap produk mesin AGV yang diajukan dapat dikatakan *reliabel.* Sehingga secara keseluruhan data hasil pengujian *Reliability* menunjukkan Nilai *Cronbach's Alpha* > 0,6. Dan dapat dikatakan, jika data tersebut *Reliabel.*

4.3. Analisa *Ergonomic Function Deployment* (EFD)

4.3.1. Identifikasi Kebutuhan Konsumen

Identifikasi keutuhan konsumen didahului oleh pengumpulan data yag didapat dari kuisioner EFD. Pernyataan – pernyataan dalam kuisioner dibuat dalam mempertimbangkan hasil jawaban dan saran yang diberikan responden pada kuisioner awal.

4.3.2. Menentukan Tingkat Kepuasan Konsumen

Tingkat kepuasan konsumen *(customer satisfaction performance)* merupakan tanggapan konsumen mengenai sejauh mana produk tersebut dapat memenuhi kebutuhan mereka dengan meminta responden untuk memilih lima kriteria jawaban yag diberi bobot nilai menggunakan skala likert 1 sampai 5. Dari hasil penyebaran kuisioner terhadap 40 responden diperoleh tingkat kepuasan konsumen dengan rumus :

$$\frac{\sum \mathrm{Ni}}{N} = \frac{(N1x1)+(N2x2)+(N3x3)+(N4x4)+(N5x5)}{Jumlah\ Responden}$$

Keterangan :

N1 = Jumlah responden dengan jawaban "STP"

N2 =4. Jumlah responden dengan jawaban “TP”

N3 = Jumlah responden dengan jawaban “CP”

N4 = Jumlah responden dengan jawaban “P”

N5 = Jumlah responden dengan jawaban “SP”

Maka hasil dari rumus tersebut seperti tabel 4.5 dibawah ini:

Tabel 4. 5 *Rekapitulasi Hasil Tingkat Kepuasan*

no	Custamer Need	Scor					Tingkat Kepuasan
		sts 1	ts 2	cs 3	s 4	ss 5	
1	Mesin AGV sebagai sarana penunjang proses *material Handling.*			7	22	11	4,1
2	mesin AGV tidak memakan banyak tempat.	1		6	12	21	4,3
3	Desain mesin memadukan nilai industri.	4		2	10	24	4,325
4	Desain mesin AGV minimalis.			5	26	9	4,1
5	Penataan komponen yang rapi.		3	15	19	3	3,55
6	Jenis komponen yang kuat.		1	10	26	3	3,775
7	Berjalan sesuai *line magnetic.*		2	5	24	9	4
8	Apakah anda setuju dengan adanya mesin ini.		1	6	24	9	3,525

Sumber: Data Yang telah diolah

4.3.3. *Goal* (Target)

Nilai *Goal* ditetapkan untuk menunjukkan sasaran yang ingin dicapai peneliti, yaitu dengan menilai seberapa jauh peneliti ingin memenuhi kebutuhan konsumen dengan pertimbangan apakah kebutuhan konsumen tersebut dapat terpenuhi atau tidak. Nilai target ditentukan oleh pihak perusahaan yang menunjukkan tingkat nilai target yang akan dicapai untuk tiap kebuthan konsumen. Penilaian *Goal* (Target) dapat dilihat pada tabel 4.6. berikut:

Tabel 4. 6 *Goal*

NO	Pertanyaan	*Goal*
1	Mesin AGV sebagai sarana penunjang proses *material Handling*	4
2	mesin AGV tidak memakan banyak tempat	5
3	Desain mesin memadukan nilai industri	5
4	Desain mesin AGV minimalis	4
5	Penataan komponen yang rapi	4
6	Jenis komponen yang kuat	4
7	Berjalan sesuai *line magnetic*	4
8	Apakah anda setuju dengan adanya mesin ini	4

Sumber: Data Yang telah diolah

Berdasarkan tabel 4.6 diketahui bahwa terdapat 2 atribut yang bernilai 5 yang berarti bahwa perubahan yang terjadi terhadap atribut yang bersangkutan memberikan pengaruh yang kecil. Sedangkan 6 atribut yang bernilai 4 berarti perubahan yang terjadi pada atribut yang bersangkutan memberikan pengaruh yangbesar terhadap penjualan dan akan ditekan untuk program pemasaran.

4.3.4. Rasio Perbaikan (*Improvement Ratio*)

Rasio perbaikan *(Improvement Ratio)* menunjukkan seberapa besar usaha yang harus dilakukan oleh perusahaan untuk mencapai *Goal*. Nilai yang

semakin besar menunjukkan semakin besar tingkat perubahan yang harus dilakukan. Peenentuan nilai *Improvement Ratio* dihitung dengan rumus :

$$Improvement = \frac{Goal}{Curren\ Satisfaction\ Performance}$$

Maka hasil dari rumus tersebut seperti tabel 4.7 dibawah ini:

Tabel 4. 7 *Rekapitulasi Hasil Improvement Ratio*

NO	Pertanyaan	IR
1	Mesin AGV sebagai sarana penunjang proses *material Handling*	0,97
2	mesin AGV tidak memakan banyak tempat	1,16
3	Desain mesin memadukan nilai industri	1.15
4	Desain mesin AGV minimalis	0,97
5	Penataan komponen yang rapi	1,12
6	Jenis komponen yang kuat	1,06
7	Berjalan sesuai *line magnetic*	1
8	Apakah anda setuju dengan adanya mesin ini	1,13

Sumber: Data Yang telah diolah

Berdasarkan dari tabel 4.7 diperoleh hasil tertinggi nilai *Improvement Ratio* yaitu sebesar 1,16 pada atribut 2. Kemudian untuk variabel terendah didapatkan nilai *Improvement Ratio* sebesar 0,97 pada atribut 1 dan 4.

4.3.5. *Sales Point*

Tujuan dari penentuan titik penjualan *(Sales Point)* ini adalah untuk mengetahui seberapa besar manfaat penjualan yang diperoleh dari hasil perubahan terhadap atribut – atribut tertentu. Dalam penentuan titik penjualan dalam penelitian ini ditetapkan oleh pihak manajemen perusahaan dalam bentuk satu nilai. Cara penentuannya dengan menggunakan penilaian sebagai berikut (Arianto, 2017):

1. Nilai 1,0 adalah *status quo*, mengandung arti bahwa perubahan terhadap atribut yang bersangkutan tidak meberikan tambahan manfaat tidak

mengurangi kualitas desain produk.

2. Nilai 1,2 mengandung arti bahwa perubahan yang terjadi terhadap atribut yang bersangkutan memberikan pengaruh yang kecil, perbaikan hanya dari segi teknik.
3. Nilai 1,5 mengandung arti bahwa perubahan yang terjadi pada atribut yang bersangkutan memberikan pengaruh yang besar terhadap penjualan ditekankan untuk program pemasaran.

Tabel *Sales Point* untuk produk mesin AGV dapat dilihat pada tabel 4.8 dibawah ini:

Tabel 4. 8 *Hasil Perhitungan Sales Point*

NO	Pertanyaan	IR	tingkat kepuasan	*Sales Point*
1	Mesin AGV sebagai sarana penunjang *proses material Handling*	0,97	4,1	1,5
2	mesin AGV tidak memakan banyak tempat	1,16	4,3	1,5
3	Desain mesin memadukan nilai industri	1,15	4,325	1,5
4	Desain mesin AGV minimalis	0,97	4,1	1,5
5	Penataan komponen yang rapi	1,12	3,55	1,2
6	Jenis komponen yang kuat	1,06	3,775	1,2
7	Berjalan sesuai *line magnetic*	1	4	1,5
8	Apakah anda setuju dengan adanya mesin ini	1,13	3,525	1,2

Sumber: Data Yang telah diolah

Dari tabel 4.8. diketahui bahwa terdapat 3 atribut yang bernilai dari 1,2 yang beratibahwa perubahan yang terjadi terhadap atribut yang bersangkutan memberikan pengaruh yang kecil. Sedangkan 5 atribut yang bernilai 1,5 berarti perubahan yang terjadi pada atribut yang bersangkutan memberikan pengaruh yang besar terhadap penjualan dan akan ditekan untuk program pemasaran.

4.3.6. Raw Weight

Nilai *Raw Weight* merupakan nilai tingkat kepentingan secara menyeluruh (*overall importance*) dari kebutuhan konsumen. Besarnya nilai *Raw Weight* diperoleh dari perkalian tingkat kepuasan konsumen antara rasio perbaikan dan *Sales Point*. Semakin besar *Raw Weight* maka semakin penting kebutuhan tersebut untuk dipenuhi. Besarnya *Raw Weight* dihitung dengan rumus :

$$Raw\ Weight = (importance\ to\ customer).(Imrovement\ Ratio).(Sales\ Point)$$

Maka hasil dari rumus tersebut seperti tabel 4.9 dibawah ini:

Tabel 4. 9 *Hasil Perhtungan Raw Wight*

NO	Pertanyaan	IR	tingkat kepuasan	*Sales Point*	*Raw Weight*
1	Mesin AGV sebagai sarana penunjang proses *material Handling*	0,97	4,1	1,5	6,0
2	mesin AGV tidak memakan banyak tempat	1,16	4,3	1,5	7,5
3	Desain mesin memadukan nilai industri	1,15	4,325	1,5	7,5
4	Desain mesin AGV minimalis	0,97	4,1	1,5	6,0
5	Penataan komponen yang rapi	1,12	3,55	1,2	4,8
6	Jenis komponen yang kuat	1,06	3,775	1,2	4,8
7	Berjalan sesuai *line magnetic*	1	4	1,5	6,0
8	Apakah anda setuju dengan adanya mesin ini	1,13	3,525	1,2	4,8
Jumlah					47,2

Sumber: Data Yang telah diolah

Berdasarkan tabel 4.9. terdapat 6 tingkat kepentingan secara menyeluruh

yaitu 7,5. Semakin tinggi nilai tingkat kepentingan, maka atribut tersebut perlu mendapatkan perhatian lebih dari pihak manajemen untuk mencapai kualitas desain mesin AGV yang lebih baik.

4.3.7. *Normalized Raw Weight*

Merupakan nilai dari *Raw Weight* yang dibuat dalam skala 0-1 atau dibuat dalam bentuk persentase. Dapat dihitung dengan rumus :

$$Normalized\ Raw\ Weight = \frac{Raw\ Weight}{\sum Raw\ Weght}$$

Maka hasil dari rumus tersebut seperti tabel ..... dibawah ini:

Tabel 4. 10 *Hasil Perhitungan Normalized Raw Weight*

NO	Pertanyaan	IR	tingkat kepuasan	*Sales Point*	*Raw Weight*	*Normalized Raw Weight*
1	Mesin AGV sebagai sarana penunjang proses *material Handling*	0,97	4,1	1,5	6,0	0,13
2	mesin AGV tidak memakan banyak tempat	1,16	4,3	1,5	7,5	0,16
3	Desain mesin memadukan nilai industri	1,15	4,325	1,5	7,5	0,16
4	Desain mesin AGV minimalis	0,97	4,1	1,5	6,0	0,13
5	Penataan komponen yang rapi	1,12	3,55	1,2	4,8	0,10
6	Jenis komponen yang kuat	1,06	3,775	1,2	4,8	0,10

7	Berjalan sesuai *line magnetic*	1	4	1,5	6,0	0,13
8	Apakah anda setuju dengan adanya mesin ini	1,13	3,525	1,2	4,8	0,10
Jumlah					47,2	1,0

Sumber: Data Yang telah diolah

Berdasarkan tabel 4.10. dapat disimpulkan bahwa dari 8 terdapat 8 variabel yang memiliki nilai kepentingan lebih tinggi dalam proses perancangan produk mesin AGV.

4.3.8. *Technical Response*

Technical Response atau disingkat dengan matrik *How's* berisi data atau informasi teknis yang digunakan perusahaan untuk mendeskriptifkan kinerja dari produk atau jasa yang disediakannya. Matrik ini merupakan translasi dari kriteria kebutuhan pelanggan *(voice of customer)* ke dalam gambaran bagaimana produk atau jasa tersebut dikembangkan *(voice of developer)*. Cara yang dapat digunakan untuk menentukan isi dari matrik ini adalah dengan menentukan dimensi dan cara mengukurnya, dengan melihat fungsi produk atau jasa tersebut dan subsistemnya. Sementara itu untuk ukuran kinerja di bidang jasa dapat menggunakan pendekatan proses atau jalannya proses dari pelayanan jasa tersebut dari awal hingga akhir sampai ke konsumen. Seperti yang terlihat pada tabel 4.11. dibawah ini :

Tabel 4. 11 *Karakteristik Teknik*

NO	Kebutuhan Konsumen	Kebutuhan Teknis
1	Konsumen membutuhkan mesin AGV sebagai sarana penunjang proses *material Handling*	Mesin AGV sebagai sarana penunjang proses *material Handling*
2	Konsumen menyukai mesin AGV tidak memakan banyak tempat	Mesin AGV yang tdak makan banyak tempat

3	Konsumen menyukai desain mesin memadukan nilai industri	Mesin AGV degan memadukan nilai industri
4	Konsumen membutuhkan desain mesin AGV minimalis	Mesin AGV dengan desain minimalis
5	Konsumen menyukai mesin AGV dengan penataan komponen yang rapi	Mesin AGV dengan penataan komponen yang rapi
6	Konsumen mebutuhkan mesin AGV dengan komponen yang kuat	Mesin AGV dengan komponen yang kuat
7	Konsumen membutuhkan mesin AGV yang berjalan sesuai *line magnetic*	Mesin AGV dengan sensor yang akurat menkuti *line magnetic*
8	Konsumen setuju adanya mesin AGV	Mesin atau alat baru dengan berpemadu otomatis

Sumber: Data Yang telah diolah

Berdasarkan tabel 4.11. diatas menunjukkan beberapa kebutuhan konsumen dan kebutuhan teknis yang dibutuhkan dalam perancangan produk mesin AGV.

4.3.9. *Matrik Relationship*

4.3.9.1. Analisa *Relationship What's dan How's* dan Analisa Korelasi Teknis

Langkah terakhir pada analisa *House of Ergonomic* adalah *technical corellation* untuk mengetahui sejauh mana hubungan antara masing-masing *Technical Response* teknis terhadap *Technical Response* lainnya dengan cara meperlihatkan respon teknis pihak manajemen terhadap pemenuhan pelanggan. Ada 4 simbol notasi hubungan antara *matriks What's dan How's,* yaitu :

- Tinggi (nilai 9) : ◯
- Sedang (nilai 3) : □

- Rendah (nilai 1) : Δ
- Jika tidak ada hubungan, tidak ada nilai tidak ditandai.

Gambar dibawah menjelaskan tentang analisa *relationship What's* dan *How's*, dimana *What's* merupakan suara pelanggan (*Voice of Customer*), sedangkan *How's* merupakan *Technical Response* dari pihak manajemen. Kemudian dilakukan Analisa Korelasi Teknis, dimana analisa korelasi teknis ini berfungsi untuk mengetahui sejauh mana hubungan antara respon teknis satu dengan lainnya, apakah hubungan tersebut memiliki sifat positif atau sifat negatif. Adapun simbol- simbol yang digunakan pada analisa korelasi teknis, antara lain :

- Ada hubungan positif yang sangat kuat : ++
- Ada hubungan positif : +
- Ada hubungan negative : -
- Tidak ada hubungan tidak ditandai.

Hasil dari kedua analisa tersebut kemudian disajikan dalam bentuk *House of Ergonomic*, hasil analisa *HoE* mesin AGV dapat dilihat pada lampiran . Seperti yang terlihat pada lampiran . Variabel penerapan graduasiwarna Mesin AGV dalam analisis *House of Ergonomic* (HoE) memiliki hubungan paling kuat jika dibandingkan dengan *technical respon* lainnya. Jika dilihat pada korelasi teknis dapat diidentifikasikan hubungan yang terjadi pada tiap bagian dari rekayasa teknis *(design requirement)* yang dinyatakan dengan matrik korelasi. Penjelasan tentang tingkat kepentingan hubungan serta keterkaitan antara *design requirement*, dijelaskan dengan simbol tertentu yang mengartikan apakah terjadi hubungan yang sangat positif, positif, negatif, sangat negatif, atau tidak ada korelasi sama sekali.

4.4. Antropometri

4.4.1. Data Antropometri

Data anthropometri yang akan digunakan dalam perancangan mesin AGV meliputi hasil pengujian keseragaman data Antropometri secara manual dengan

menggunakan perhitungan Standar Deviasi. Berdasarkan hasil pengambilan data adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 12 *Hasil Pengukuran Pekerja*

Hasil Pengukuran Postur Pekerja	
Tinggi pundak berdiri	Tinggi pinggang berdiri
145	103
145,5	97
147,5	103,5
147	96
148	98
146,5	101
145	103
147,5	102,5
146	99
146	99
147	97,5
144,5	103
147	100
144	97,5
146,5	101,5

1. Tinggi pundak berdiri untuk menentukan batas atas tinggi mesin.

   Berikut data antropometri yang digunakan dapat dilihat dalam tabel 4.13

Tabel 4. 13 *Pengukuran Tinggi Pundak Berdiri*

NO	Tinggi Pundak Berdiri	
	X	X^2
1	145	21025
2	145,5	21170,25
3	147,5	21756,25

4	147	21609
5	148	21904
6	146,5	21462,25
7	145	21025
8	147,5	21756,25
9	146	21316
10	146	21316
11	147	21609
12	144,5	20880,25
13	147	21609
14	144	20736
15	146,5	21462,25
∑X	2193	$\sum X^2$ = 320636,5
$(\sum X)^2$	4809249	

Diketahui : N = 15

∑X = 2193

$(\sum X)^2$ = 4809249

$\sum X^2$ = 320636,5

Standart Deviasi (σ) = $\sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N\ (N-1)}}$

$= \sqrt{\frac{15x320636,5 - 4809249}{15\ (15-1)}}$

$= \sqrt{\frac{298,5}{210}}$

$= \sqrt{1,42}$

= 1,19

2. Tinggi pnggang berdiri untuk menentukan batas bawah tingg mesin. Berikut data antropometri yang digunakan dapat dilihat dalam tabel 4.14

Tabel 4. 14 *Pengukuran Tinggi Pinggang Berdiri*

NO	Tinggi Pinggang Berdiri	
	X	X^2
1	103	10609
2	97	9409
3	103,5	10712,25
4	96	9216
5	98	9604
6	101	10201
7	103	10609
8	102,5	10506,25
9	99	9801
10	99	9801
11	97,5	9506,25
12	103	10609
13	100	10000
14	97,5	9506,25
15	101,5	10302,25
∑X	1501,5	$\sum X^2$ = 150392,25
$(\sum X)^2$	2254502,25	

Diketahui : N = 15

∑X = 1501,5

$(\sum X)^2$ = 2254502,25

$\sum X^2$ = 150392,25

Standart Deviasi (σ) = $\sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N\ (N-1)}}$

$= \sqrt{\frac{15x150392,25 - 2254502,25}{15\ (15-1)}}$

$= \sqrt{\frac{1381,5}{210}}$

$= \sqrt{6.57}$

= 2,56

4.4.2. Analisa Perhitungan Precentil dan Penentuan Dimesnsi

Persentil (p) adalah titik atau nilai yang membagi suatu distribusi data menjadi seratus bagian yang sama besar. Dalam hubungannya dengan anthopometri, persentil adalah suatu nilai yang menunjukkan persentase tertentu dari orang yang memiliki ukuran atau nilai tersebut. Adapun rumus untuk menghitung nlai persentil data antropometri adalah :

- Presentil 5% = $\bar{X}$-1,645.σ
- Presentil 10% = $\bar{X}$-1,280.σ
- Presentil 50% = $\bar{X}$
- Presentil 90% = $\bar{X}$+1,280.σ
- Presentil 95% = $\bar{X}$+1,645.σ

Keterangan : $\bar{X}$ Tiggi pundak berdiri = 146,2

$\bar{X}$ Tinggi pinggang berdiri = 100,1

Maka hasil dari rumus tersebut seperti tabel ..... dibawah ini:

Tabel 4. 15 *Perhitungan Percentil*

Deskripsi Data	5%	10%	50%	90%	95%
Tinggi Pundak Berdiri	144,2	144,7	146,2	147,7	148,2
Tinggi Pinggang Berdiri	95,9	96,8	100,1	103,4	104,3

Sumber: Data Yang telah diolah

Untuk menentukan tinggi maksimum mesin AGV, Data dimensi tubuh yang digunakan yaitu Tinggi bahu berdiri, supaya tinggi maksimum mesin AGV Bisa digunakan oleh orang yang berbadan tinggi, maka presentil yang digunakan adalah presentil 90% yaitu 148,2. Dan untuk menentukan tinggi minimum mesin AGV, Data dimensi tubuh yang digunakan yaitu Tinggi pinggang berdiri, supaya tinggi minimum mesin AGV Bisa digunakan oleh orang yang berbadan pendek dengan nyaman, maka presentil yang digunakan adalah presentil 5% yaitu 104,3

4.5. Perancangan dan *Prototype* Produk

Perancangan dan *Prototype* Produk merupakan bagian dari suatu proses produksi. Proses produksi yang digunakan adalah proses yang mengubah dan memproses bahan baku untuk menghasilkan produk jadi (*finished good product*), yaitu memproses bahan baku awal yang berupa potongan besi menjadi produk jadi berupa mesin dengan bentuk, model dan ukuran. Prosesyang berlangsung dilakukan secara berulang.

Mesin yang digunakan dalam proses produksi adalah :

1. Mesin Las
2. Mesin Bor
3. Mesin Gerindra
4. Mesin Cat Spray
5. Kompiuter

Sedangkan yang mendukung produksi lainnya adalah obeng, avo meter, dan Solder.

Komponen-komponen yang dibutuhkan adalah :

1. *Linear Slide*
2. Motor Gear Box
3. Motor *Servo*
4. Arduino
5. *Sensor Proximity*
6. Power Supplay
7. Sensor Magnetik

Tahap-tahap perakitan casis mesin

1. Pengukuran
2. Pemotongan

   Pemotongan disesuaikan dengan ukuran yag telah didesain
3. Pembersihan Gram Sisa Potongan
4. Perakitan

Menyatukan semua komponen casis yang telah tersedia

Tahap-tahap perakitan mesin dan sensor

1. Pengumpulan komponen
2. Perakitan komponen
3. Pemrogaman

Setelah dua bagian utama mesin telah siap maka tahap proses terakhir adalah penggabungan mesin dengan casis yang sudah tersedia

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil analisis penelitian Desain Mesin AGV, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Mengembangkan dan merancang produk mesin AGV yang sesuai dengan kebutuhan konsumen maka dapat dilakukan dengan meyebar kuisioner sihingga akan menghasilkan cutomer needs
2. Untuk menentukan elemen-elemen ergonomi dan antropometri dilakukan dengan cara menentukan konsep produk yang kemudian dengan dilengkapi data antropometri yang sesuai kebutuhan desain produk untuk merancang atau mengembangkan produk yang ergonomis.
3. Dengan menggunakan metode *Ergonomic Function Deployment* (EFD) dan menyebarkan kuisioner maka dapat diperoleh data-data yang valid yang bisa membantu untuk membuat perancangan produk dengan menentukan uji validitas, uji reliabilitas, dan standrt deviasi agar memperoleh nilai percentil untuk ukuran yang akan digunakan dalam produk mesin AGV.

5.2. Saran

Dari hasil analisa data dan kesimpulan mengenai Rancang Bangun Mesin AGV dengan metode *Ergonomic Function Deployment* (EFD), dapat dikemukakan saran sebagai berikut :

1. Produk yang dihasilkan sebaiknya ergonomis dan mudah dijangkau oleh konsumen.
2. Dalam pengembangan suatu produk harus lebih mementingkan costumer needs.
3. Pengembangan desain yang lebih luas diharapkan mampu menjadi

contoh dalam pengembangan produk selanjutnya.

4. Pengembangan fungsi kerja mesin dalam dunia industri diharapkan mampu menunjang jalannya produksi.

DAFTAR PUSTAKA

Wicaksono H, and Nilkhamhang I. 2017 “Global Controller-based Formation Control Strategy for Flexible Material *Handling*,” in IEEE International Conference of the Society of Instrument and Control Engineers (SICE).

Rotzbua. 2020. Arduino library for MFRC522 and other RFID RC522 based modules. Retrieved from https://github.com/miguelbalboa/rfid

Azwar, S. 2015. Reliabilitas dan Validitas. Yogyakarta : Pustaka Belajar.

Damayanti, K. A. 2010, *Ergonomic Function Deployment* Sebuah Pengembangan Dari Quality Function Deployment, Jurnal, Surabaya. Lab APK dan Ergonomi Universitas Kristen Petra.

Deonalt Praharyo Wibowo, Laila Nasifah, Intan Berlianty. 2012. Perancangan Ulang Desain Kursi Penumpang Mobil Land Rover Yang Ergonomis Dengan Metode *Ergonomic Function Deployment* (EFD). Makalah Penelitian Tugas Akhir, UPN “Veteran” Yogyakarta.

Nurmianto, Eko. 2005. Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya : Edisi Kedua.

Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Sembiring J.I, Suharyono, Kusumawati. A. 2014. Pengaruh Kualitas Produk dan Kualitas Pelayanan terhadap Kepuasan Pelanggan dalam membentuk Loyalitas Pelanggan (Studi Pelanggan McDonald’s Malang). Jurnal Administrasi Bisnis (JAB). Vol. 15. No. 1.

Sugiyono. 2012. Statistika untuk Penelitian. Bandung: Alfabeta

Sugiyono. 2014. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan Kombinasi. Bandung : Alfabet.

Suharsimi, Arikunto. 2013. Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik. Jakarta: PT Rineka

Wignjosoebroto. 2008. Ergonomi Studi Gerak dan Waktu, Surabaya, Guna Widya.

Draganjac I., et al., “Decentralized Control of Multi-AGV Systems in Autonomous Warehousing Applications,” IEEE Transactions on Automotion Science and

Engineering. vol.13, no. 4, pp. 1433 – 1447, 2016.

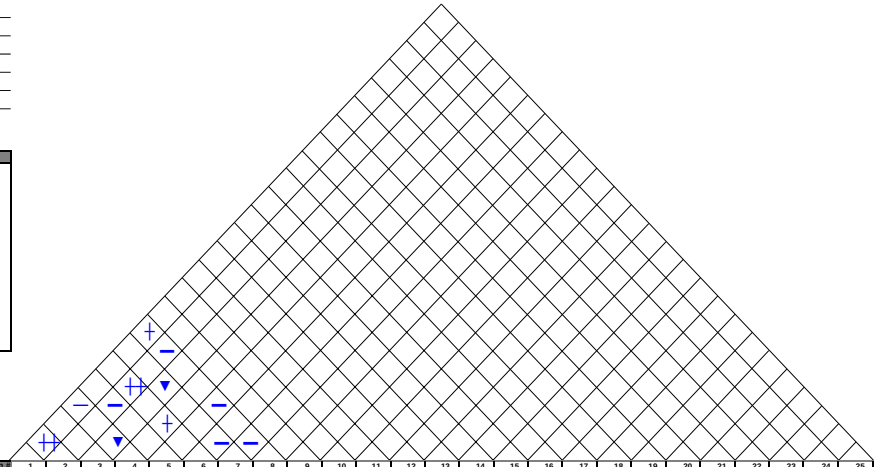
S. Vaidya, P. Ambad, and S. Bhosle. 2018. “Industry 4.0 - A Glimpse,” in Procedia Manufacturing, vol. 20, pp. 233–238.

P. K. Mohanty, A. K. Sah, V. Kumar and S. Kundu. 2017. Application of Deep Q-Learning for Wheel Mobile Robot Navigation. 3rd International Conference on Computational Intelligence and Networks (CINE).

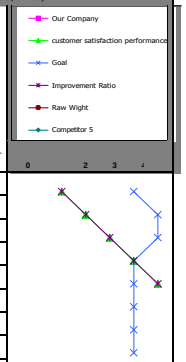
LAMPIRAN

Title:
Author:
Date:
Notes:

Legend		
⊖	Strong Relationship	9
O	Moderate Relationship	3
▲	Weak Relationship	1
++	Strong Positive Correlation	
+	Positive Correlation	
—	Negative Correlation	
▼	Strong Negative Correlation	
▼	Objective Is To Minimize	
▲	Objective Is To Maximize	
X	Objective Is To Hit Target	



Row #	Max Relationship Value in Row	Relative Weight	Weight / Importance	Column # / Direction of Improvement: Minimize (▼), Maximize (▲), or Target (x) / Quality Characteristics (a.k.a. "Functional Requirements" or "Hows") / Demanded Quality (a.k.a. "Customer Requirements" or "Whats")	1 Mesin AGV sebagai sarana penunjang proses material handling	2 Mesin AGV yang tidak makan banyak tempat	3 Mesin AGV degan memadukan nilai industri	4 Mesin AGV dengan desain minimalis	5 Mesin AGV dengan penataan komponen yang rapi	6 Mesin AGV dengan komponen yang kuat	7 Mesin AGV dengan sensor yang akurat menkuti line magnetic	8 Mesin atau alat baru dengan berpemadu otomatis	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	Competitive Analysis (0=Worst, 5=Best): Our Company	customer satisfaction performance	Goal	Improvement Ratio	Raw Wight	Competitor 5
1	9	12,8	7,0	Konsumen membutuhkan mesin AGV sebagai sarana penunjang proses material handling	⊖		▲					▲																			4.1	4	0.97		
2	9	9,2	5,0	Konsumen menyukai mesin AGV tidak memakan banyak tempat		⊖			⊖																						4.3	5	1.16		
3	9	13,8	7,5	Konsumen menyukai desain mesin memadukan nilai industri	⊖		⊖	O		O		O																			4.3	5	1.15		
4	9	11,0	6,0	Konsumen membutuhkan desain mesin AGV minimalis			O	⊖			O																				4.1	4	0.97		
5	9	12,8	7,0	Konsumen menyukai mesin AGV dengan penataan komponen yang rapi	▲	O			⊖			O																			3.6	4	1.12		
6	9	14,7	8,0	Konsumen mebutuhkan mesin AGV dengan komponen yang kuat			▲			⊖																					3.8	4	1.06		
7	9	14,7	8,0	Konsumen membutuhkan mesin AGV yang berjalan sesuai line magnetic	O				O		⊖																				4	4	1		
8	9	11,0	6,0	Konsumen setuju adanya mesin AGV			O				▲	⊖																			3.5	4	1.13		
9																																			
10																																			
11																																			
12																																			
13																																			
14																																			
15																																			
16																																			
17																																			
18																																			
19																																			
20																																			
21																																			
22																																			
23																																			
24																																			
25																																			
				Target or Limit Value																															
				Difficulty (0=Easy to Accomplish, 10=Extremely Difficult)																															
				Max Relationship Value in Column	9	9	9	9	9	9	9	9																							
				Weight / Importance	296,3	121,1	217,4	140,4	242,2	173,4	176,1	191,7																							
				Relative Weight	19,0	7,8	13,9	9,0	15,5	11,1	11,3	12,3																							



Powered by QFD Online (http://www.QFDOnline.com

Keterangan

- **Max Relationship Value in Column diambil dari nilai hubungan kuat antara kuisioner dan teknikal recuirtmen**
- **Weight / Importance diperoleh dari jumlah total nilai hubungan dibagi dengan jumlah kuisioner**
- **Relative Weight diperoleh dari nilai importance weight dibagi dengan totalnya dibagi 100%**

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS WIJAYA PUTRA SURABAYA

Lampiran : Kuesioner Penelitian
Perihal : Permohonan Bantuan Pengisian Kuesioner Penelitian

Kepada Yth :
Saudara/i
Di tempat

Dengan hormat,

Sehubungan dengan maksud untuk menyusun Tugas Akhir yang berjudul **"RANCANG BANGUN PROTOTIPE AUTOMATED GUIDED VEHICLE (AGV) PADA PROSES MATERIAL HANDLING DENGAN METODE *ERGONOMIC FUNCTION DEPLOYMENT (EFD)*"** maka diperlukan data penelitian sesuai dengan judul tersebut,

Identitas Peneliti :

Nama	: Ahmad Zulfan Fauzy
NPM	: 19052001
Program Studi/Fakultas	: Teknik Industri/Teknik

Peneliti menyadari sepenuhnya, kuesioner ini sedikit meminta waktu aktivitas Saudara/I yang sangat padat. Namun demikian dengan segala kerendahan hati peneliti memohon kiranya Saudara/I berkenan meluangkan waktu untuk mengisi kuesioner ini. Kerahasiaan jawaban Saudara/I sepenuhnya dijamin dan jawaban tersebut semata-mata hanya diperlukan untuk kepentingan penelitian dalam rangka penyusunan Tugas Akhir ini.

Atas perhatian serta kerjasamanya, peneliti ucapkan terima kasih.

Hormat Saya,

(Ahmad Zulfan Fauzy)

Pertanyaan Kuisioner

No	Customer Need	*Score*				
		sts 1	ts 2	cs 3	s 4	ss 5
1	Mesin AGV sebagai sarana penunjang proses material handling					
2	mesin AGV tidak memakan banyak tempat					
3	Desain mesin memadukan nilai industry					
4	Desain mesin AGV minimalis					
5	Penataan komponen yang rapi					
6	Jenis komponen yang kuat					
7	Berjalan sesuai line magnetic					
8	Apakah anda setuju dengan adanya mesin ini					

Keterangan

SS : SANGAT SETUJU (5)

S : SETUJU (4)

CS : CUKUP SETUJU (3)

TS : TIDAK SETUJU (2)

STS : SANGAT TIDAK SETUJU (1)

Data Jawaban Responden

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
4	4	4	4	3	3	4	3
5	4	5	4	4	5	5	5
5	5	5	5	5	5	5	5
4	4	4	4	5	5	5	5
5	4	4	4	5	5	5	5
4	4	4	4	4	4	5	4
4	4	4	4	4	5	5	4
4	4	4	4	4	5	5	4
4	3	3	3	3	5	1	5
5	4	4	4	4	5	1	4
4	4	4	4	4	4	1	4
4	4	4	4	3	4	1	3
4	4	5	4	4	5	5	4
3	3	4	3	4	4	5	4
5	4	4	4	5	5	5	4
5	4	4	4	4	5	5	5
4	3	3	3	4	4	5	2
5	3	4	3	5	5	5	5
4	4	4	4	5	5	5	5
3	2	2	2	3	3	4	3
4	3	3	2	4	4	4	4
4	3	3	4	4	3	3	4
4	5	4	4	5	5	5	4
4	5	4	5	4	4	5	4
4	3	3	5	4	4	4	4
4	4	4	4	4	5	5	5
4	3	4	5	5	4	5	3
5	4	4	5	4	5	5	4
4	4	4	4	4	5	4	4
4	3	4	3	5	4	4	4
4	3	3	5	5	5	3	4
3	4	4	4	3	5	5	4
5	2	4	4	4	3	5	4
4	3	3	4	4	1	5	3
4	3	4	5	5	5	5	4
4	4	3	5	3	3	4	4
3	2	3	4	4	4	4	3
4	3	4	4	4	4	4	4

3	3	4	4	3	5	5	4
4	3	3	5	4	3	4	4

Correlations

		VAR00001	VAR00002	VAR00003	VAR00004	VAR00005	VAR00006	VAR00007	VAR00008
VAR00001	Pearson Correlation	1	.336*	.413**	.231	.427**	.229	.035	.430**
	Sig. (2-tailed)		.034	.008	.151	.006	.156	.829	.006
	N	40	40	40	40	40	40	40	40
VAR00002	Pearson Correlation	.336*	1	.605**	.364*	.143	.428**	.097	.365*
	Sig. (2-tailed)	.034		.000	.021	.380	.006	.552	.020
	N	40	40	40	40	40	40	40	40
VAR00003	Pearson Correlation	.413**	.605**	1	.275	.302	.531**	.276	.429**
	Sig. (2-tailed)	.008	.000		.085	.058	.000	.084	.006
	N	40	40	40	40	40	40	40	40
VAR00004	Pearson Correlation	.231	.364*	.275	1	.203	.075	.111	.098
	Sig. (2-tailed)	.151	.021	.085		.208	.646	.497	.548
	N	40	40	40	40	40	40	40	40
VAR00005	Pearson Correlation	.427**	.143	.302	.203	1	.327*	.340*	.323*
	Sig. (2-tailed)	.006	.380	.058	.208		.040	.032	.042
	N	40	40	40	40	40	40	40	40
VAR00006	Pearson Correlation	.229	.428**	.531**	.075	.327*	1	.091	.553**
	Sig. (2-tailed)	.156	.006	.000	.646	.040		.576	.000
	N	40	40	40	40	40	40	40	40
VAR00007	Pearson Correlation	.035	.097	.276	.111	.340*	.091	1	.112
	Sig. (2-tailed)	.829	.552	.084	.497	.032	.576		.493
	N	40	40	40	40	40	40	40	40
VAR00008	Pearson Correlation	.430**	.365*	.429**	.098	.323*	.553**	.112	1
	Sig. (2-tailed)	.006	.020	.006	.548	.042	.000	.493	
	N	40	40	40	40	40	40	40	40

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Case Processing Summary

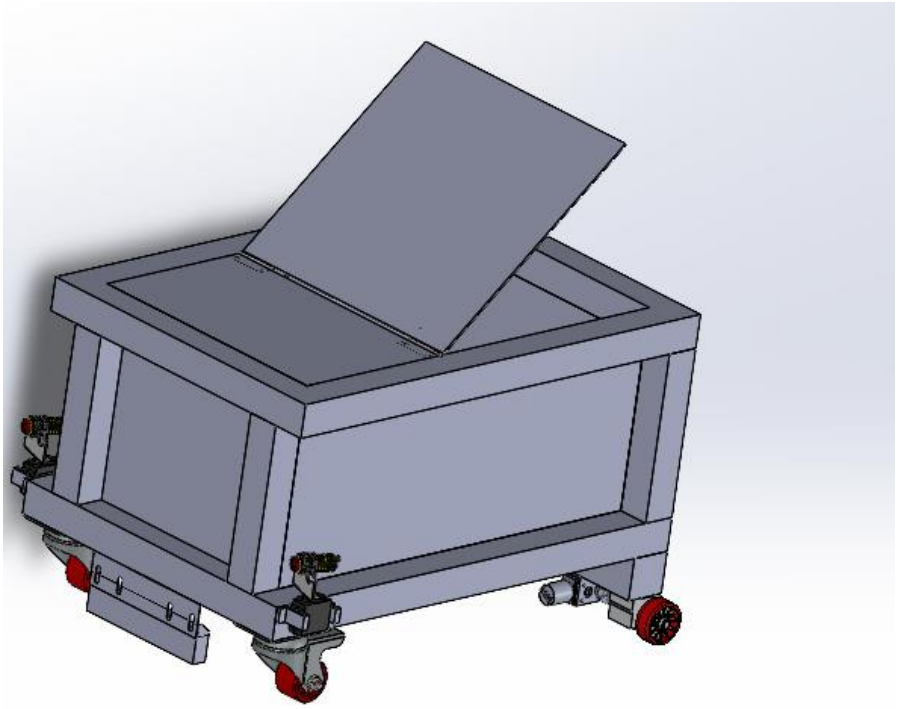
		N	%
Cases	Valid	40	100.0
	Excluded[a]	0	.0
	Total	40	100.0

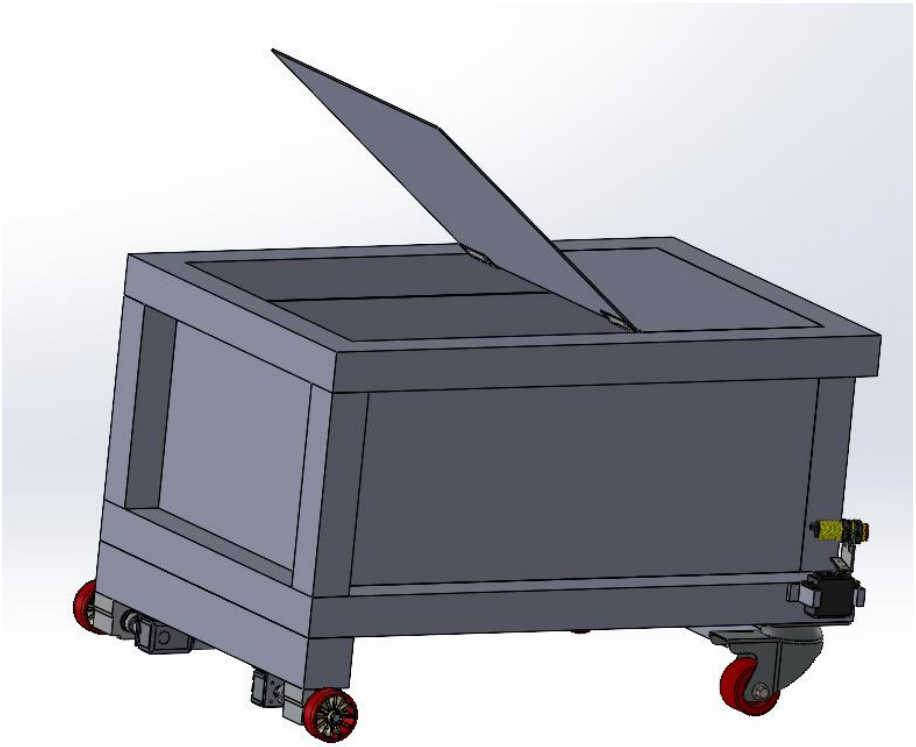
a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

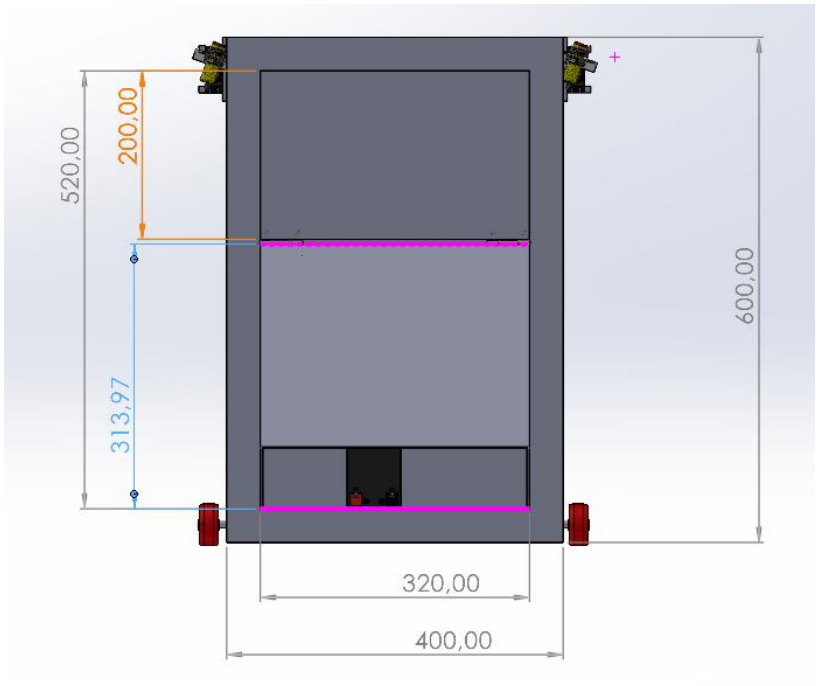
Reliability Statistics

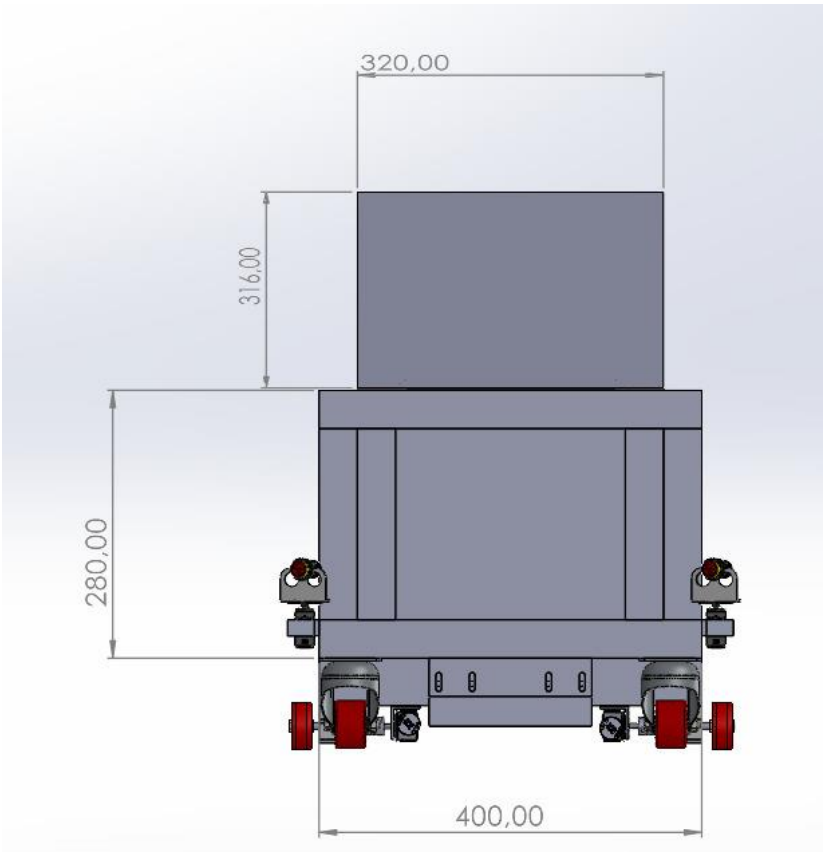
Cronbach's Alpha	N of Items
.725	8

GAMBAR RANCANGAN PROTOTYP AUTOMATED GUIDED VEHICLE

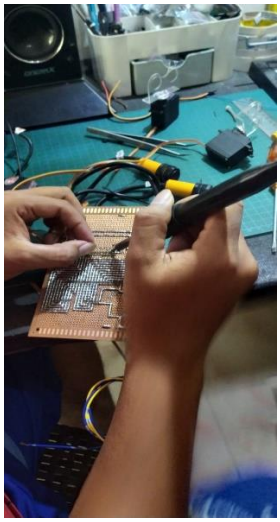


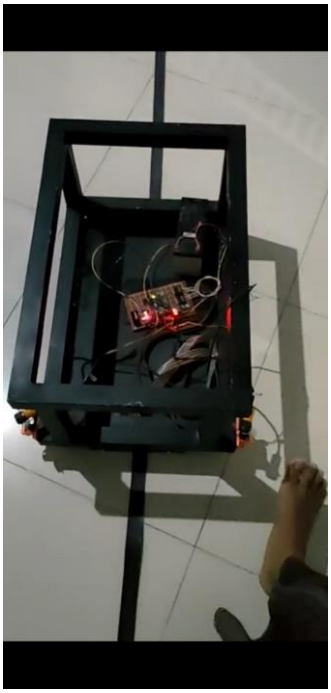


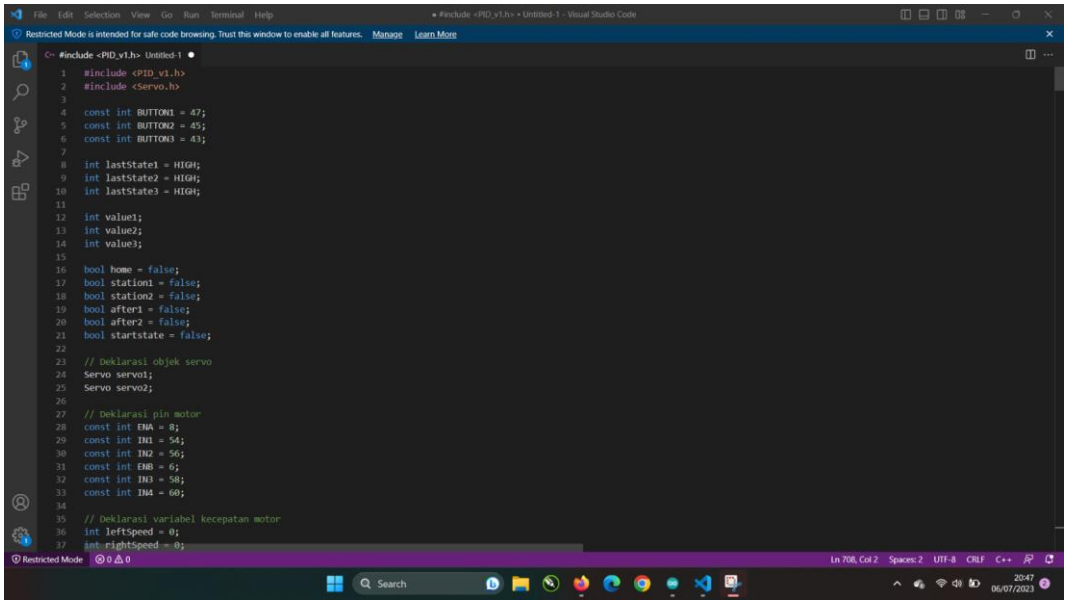

520,00
200,00
313,97
600,00
320,00
400,00


320,00
316,00
280,00
400,00

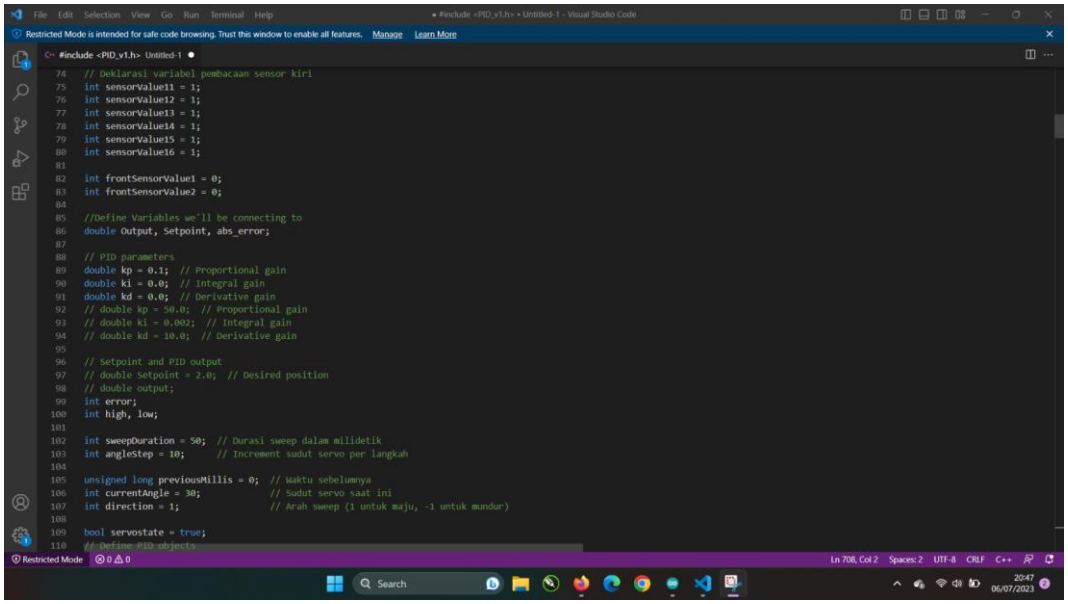
Proses Perakitan



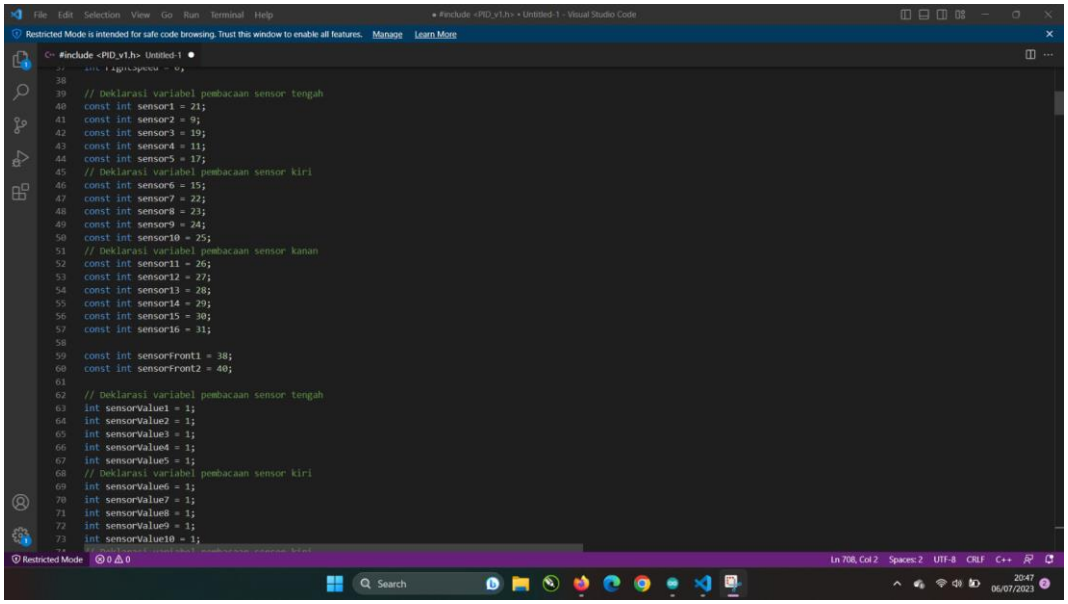




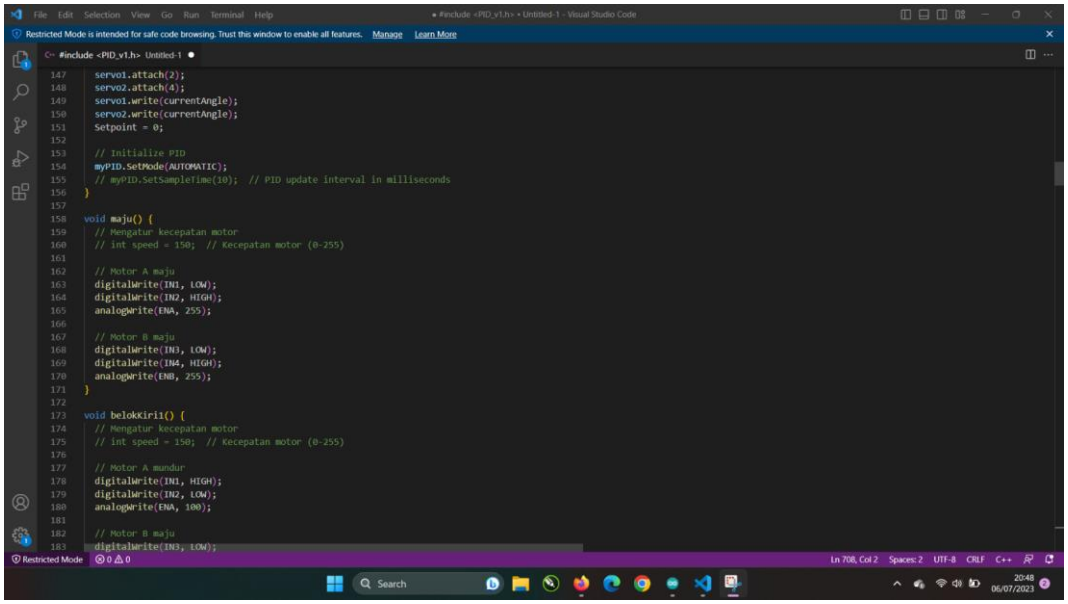
```
#include <PID_v1.h>
#include <Servo.h>

const int BUTTON1 = 47;
const int BUTTON2 = 45;
const int BUTTON3 = 43;

int lastState1 = HIGH;
int lastState2 = HIGH;
int lastState3 = HIGH;

int value1;
int value2;
int value3;

bool home = false;
bool station1 = false;
bool station2 = false;
bool after1 = false;
bool after2 = false;
bool startstate = false;

// Deklarasi objek servo
Servo servo1;
Servo servo2;

// Deklarasi pin motor
const int ENA = 8;
const int IN1 = 54;
const int IN2 = 56;
const int ENB = 6;
const int IN3 = 58;
const int IN4 = 60;

// Deklarasi variabel kecepatan motor
int leftSpeed = 0;
int rightSpeed = 0;
```



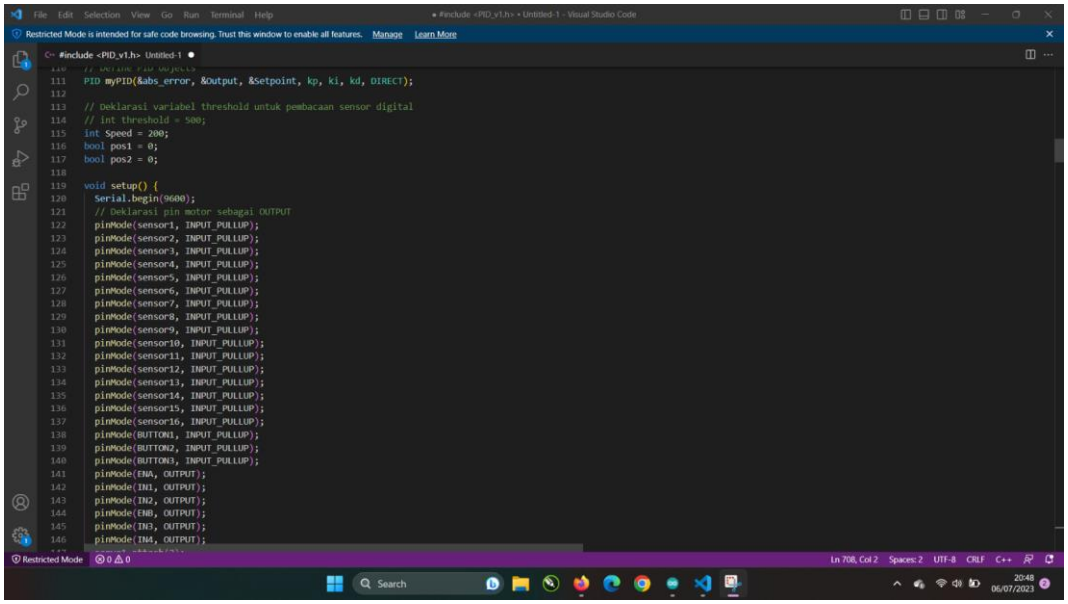
```
// Deklarasi variabel pembacaan sensor kiri
int sensorValue11 = 1;
int sensorValue12 = 1;
int sensorValue13 = 1;
int sensorValue14 = 1;
int sensorValue15 = 1;
int sensorValue16 = 1;

int frontSensorValue1 = 0;
int frontSensorValue2 = 0;

//Define Variables we'll be connecting to
double Output, Setpoint, abs_error;

// PID parameters
double kp = 0.1;  // Proportional gain
double ki = 0.0;  // Integral gain
double kd = 0.0;  // Derivative gain
// double kp = 50.0;  // Proportional gain
// double ki = 0.002;  // Integral gain
// double kd = 10.0;  // Derivative gain

// Setpoint and PID output
// double Setpoint = 2.0;  // Desired position
// double output;
int error;
int high, low;

int sweepDuration = 50;  // Durasi sweep dalam milidetik
int angleStep = 10;      // Increment sudut servo per langkah

unsigned long previousMillis = 0;  // Waktu sebelumnya
int currentAngle = 30;             // Sudut servo saat ini
int direction = 1;                 // Arah sweep (1 untuk maju, -1 untuk mundur)

bool servostate = true;
// Define PID objects
```



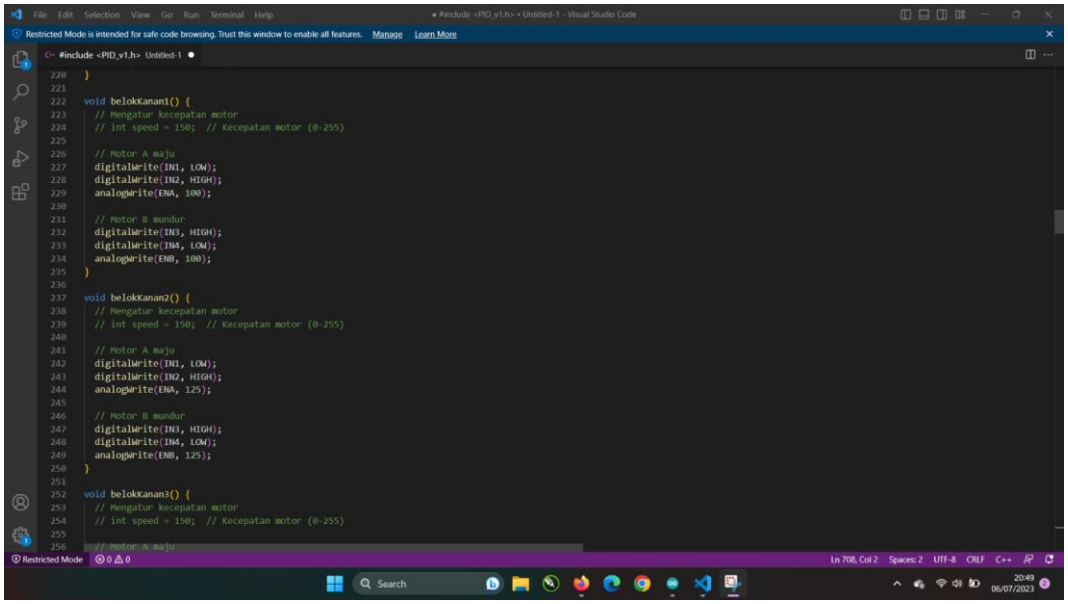
```
// Deklarasi variabel pembacaan sensor tengah
const int sensor1 = 21;
const int sensor2 = 9;
const int sensor3 = 19;
const int sensor4 = 11;
const int sensor5 = 17;
// Deklarasi variabel pembacaan sensor kiri
const int sensor6 = 15;
const int sensor7 = 22;
const int sensor8 = 23;
const int sensor9 = 24;
const int sensor10 = 25;
// Deklarasi variabel pembacaan sensor kanan
const int sensor11 = 26;
const int sensor12 = 27;
const int sensor13 = 28;
const int sensor14 = 29;
const int sensor15 = 30;
const int sensor16 = 31;

const int sensorFront1 = 38;
const int sensorFront2 = 40;

// Deklarasi variabel pembacaan sensor tengah
int sensorValue1 = 1;
int sensorValue2 = 1;
int sensorValue3 = 1;
int sensorValue4 = 1;
int sensorValue5 = 1;
// Deklarasi variabel pembacaan sensor kiri
int sensorValue6 = 1;
int sensorValue7 = 1;
int sensorValue8 = 1;
int sensorValue9 = 1;
int sensorValue10 = 1;
```



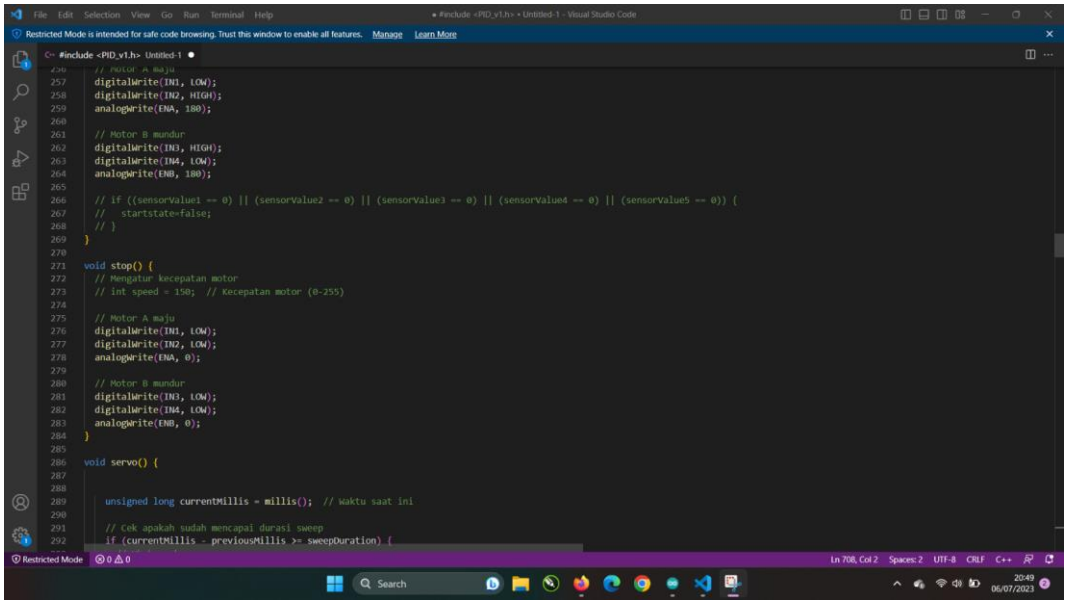
```
  servo1.attach(2);
  servo2.attach(4);
  servo1.write(currentAngle);
  servo2.write(currentAngle);
  Setpoint = 0;

  // Initialize PID
  myPID.SetMode(AUTOMATIC);
  // myPID.SetSampleTime(10);  // PID update interval in milliseconds
}

void maju() {
  // Mengatur kecepatan motor
  // int speed = 150;  // Kecepatan motor (0-255)

  // Motor A maju
  digitalWrite(IN1, LOW);
  digitalWrite(IN2, HIGH);
  analogWrite(ENA, 255);

  // Motor B maju
  digitalWrite(IN3, LOW);
  digitalWrite(IN4, HIGH);
  analogWrite(ENB, 255);
}

void belokkiri1() {
  // Mengatur kecepatan motor
  // int speed = 150;  // Kecepatan motor (0-255)

  // Motor A mundur
  digitalWrite(IN1, HIGH);
  digitalWrite(IN2, LOW);
  analogWrite(ENA, 100);

  // Motor B maju
  digitalWrite(IN3, LOW);
```



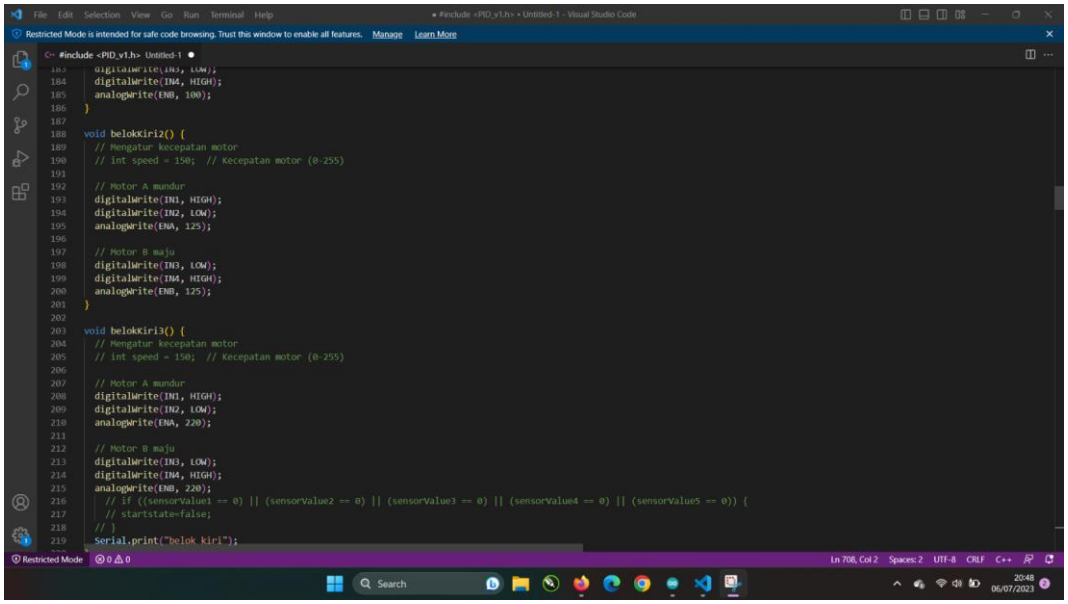
```
PID myPID(&abs_error, &Output, &setpoint, kp, ki, kd, DIRECT);

// Deklarasi variabel threshold untuk pembacaan sensor digital
// int threshold = 500;
int Speed = 200;
bool pos1 = 0;
bool pos2 = 0;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  // Deklarasi pin motor sebagai OUTPUT
  pinMode(sensor1, INPUT_PULLUP);
  pinMode(sensor2, INPUT_PULLUP);
  pinMode(sensor3, INPUT_PULLUP);
  pinMode(sensor4, INPUT_PULLUP);
  pinMode(sensor5, INPUT_PULLUP);
  pinMode(sensor6, INPUT_PULLUP);
  pinMode(sensor7, INPUT_PULLUP);
  pinMode(sensor8, INPUT_PULLUP);
  pinMode(sensor9, INPUT_PULLUP);
  pinMode(sensor10, INPUT_PULLUP);
  pinMode(sensor11, INPUT_PULLUP);
  pinMode(sensor12, INPUT_PULLUP);
  pinMode(sensor13, INPUT_PULLUP);
  pinMode(sensor14, INPUT_PULLUP);
  pinMode(sensor15, INPUT_PULLUP);
  pinMode(sensor16, INPUT_PULLUP);
  pinMode(BUTTON1, INPUT_PULLUP);
  pinMode(BUTTON2, INPUT_PULLUP);
  pinMode(BUTTON3, INPUT_PULLUP);
  pinMode(ENA, OUTPUT);
  pinMode(IN1, OUTPUT);
  pinMode(IN2, OUTPUT);
  pinMode(ENB, OUTPUT);
  pinMode(IN3, OUTPUT);
  pinMode(IN4, OUTPUT);
```



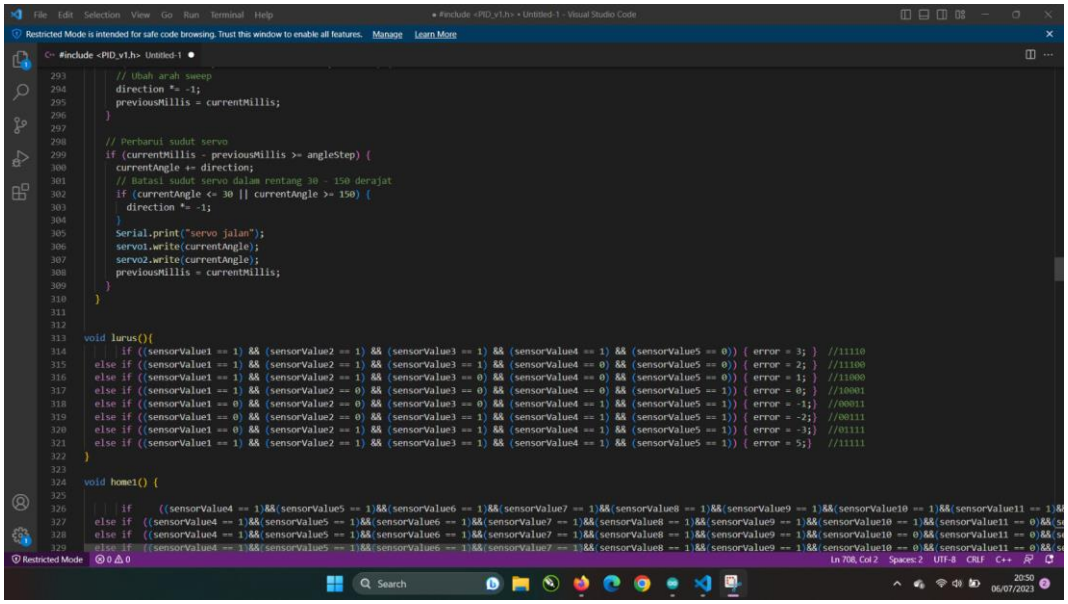
```
}

void belokKanan1() {
  // Mengatur kecepatan motor
  // int speed = 150;  // Kecepatan motor (0-255)

  // Motor A maju
  digitalWrite(IN1, LOW);
  digitalWrite(IN2, HIGH);
  analogWrite(ENA, 100);

  // Motor B mundur
  digitalWrite(IN3, HIGH);
  digitalWrite(IN4, LOW);
  analogWrite(ENB, 100);
}

void belokKanan2() {
  // Mengatur kecepatan motor
  // int speed = 150;  // Kecepatan motor (0-255)

  // Motor A maju
  digitalWrite(IN1, LOW);
  digitalWrite(IN2, HIGH);
  analogWrite(ENA, 125);

  // Motor B mundur
  digitalWrite(IN3, HIGH);
  digitalWrite(IN4, LOW);
  analogWrite(ENB, 125);
}

void belokKanan3() {
  // Mengatur kecepatan motor
  // int speed = 150;  // Kecepatan motor (0-255)

  // Motor A maju
```



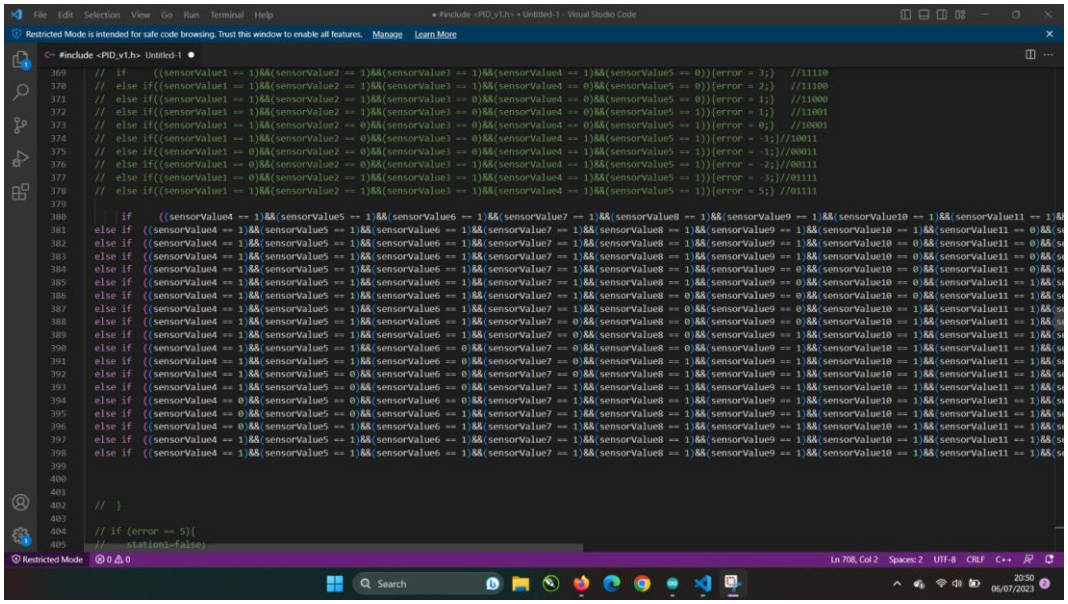
```
// Motor A maju
digitalWrite(IN1, LOW);
digitalWrite(IN2, HIGH);
analogWrite(ENA, 180);

// Motor B mundur
digitalWrite(IN3, HIGH);
digitalWrite(IN4, LOW);
analogWrite(ENB, 180);

// if ((sensorValue1 == 0) || (sensorValue2 == 0) || (sensorValue3 == 0) || (sensorValue4 == 0) || (sensorValue5 == 0)) {
//   startstate=false;
// }
}

void stop() {
// Mengatur kecepatan motor
// int speed = 150;  // Kecepatan motor (0-255)

// Motor A maju
digitalWrite(IN1, LOW);
digitalWrite(IN2, LOW);
analogWrite(ENA, 0);

// Motor B mundur
digitalWrite(IN3, LOW);
digitalWrite(IN4, LOW);
analogWrite(ENB, 0);
}

void servo() {


  unsigned long currentMillis = millis();  // Waktu saat ini

  // Cek apakah sudah mencapai durasi sweep
  if (currentMillis - previousMillis >= sweepDuration) {
```



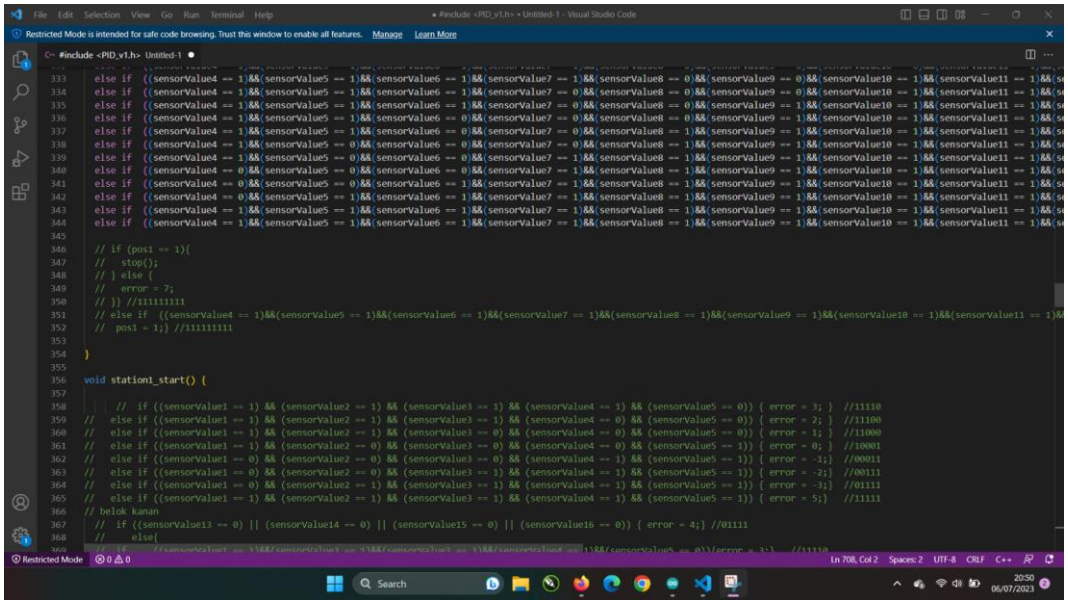
```
digitalWrite(IN3, LOW);
digitalWrite(IN4, HIGH);
analogWrite(ENB, 100);
}

void belokKiri2() {
// Mengatur kecepatan motor
// int speed = 150;  // Kecepatan motor (0-255)

// Motor A mundur
digitalWrite(IN1, HIGH);
digitalWrite(IN2, LOW);
analogWrite(ENA, 125);

// Motor B maju
digitalWrite(IN3, LOW);
digitalWrite(IN4, HIGH);
analogWrite(ENB, 125);
}

void belokKiri3() {
// Mengatur kecepatan motor
// int speed = 150;  // Kecepatan motor (0-255)

// Motor A mundur
digitalWrite(IN1, HIGH);
digitalWrite(IN2, LOW);
analogWrite(ENA, 220);

// Motor B maju
digitalWrite(IN3, LOW);
digitalWrite(IN4, HIGH);
analogWrite(ENB, 220);
 // if ((sensorValue1 == 0) || (sensorValue2 == 0) || (sensorValue3 == 0) || (sensorValue4 == 0) || (sensorValue5 == 0)) {
 // startstate=false;
 // }
Serial.print("belok kiri");
```

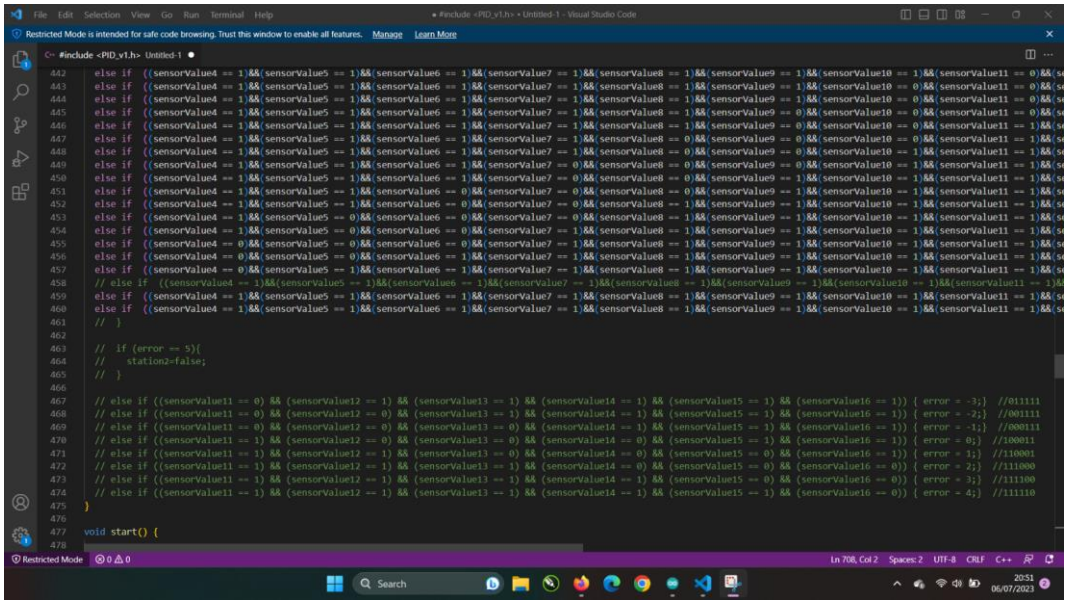


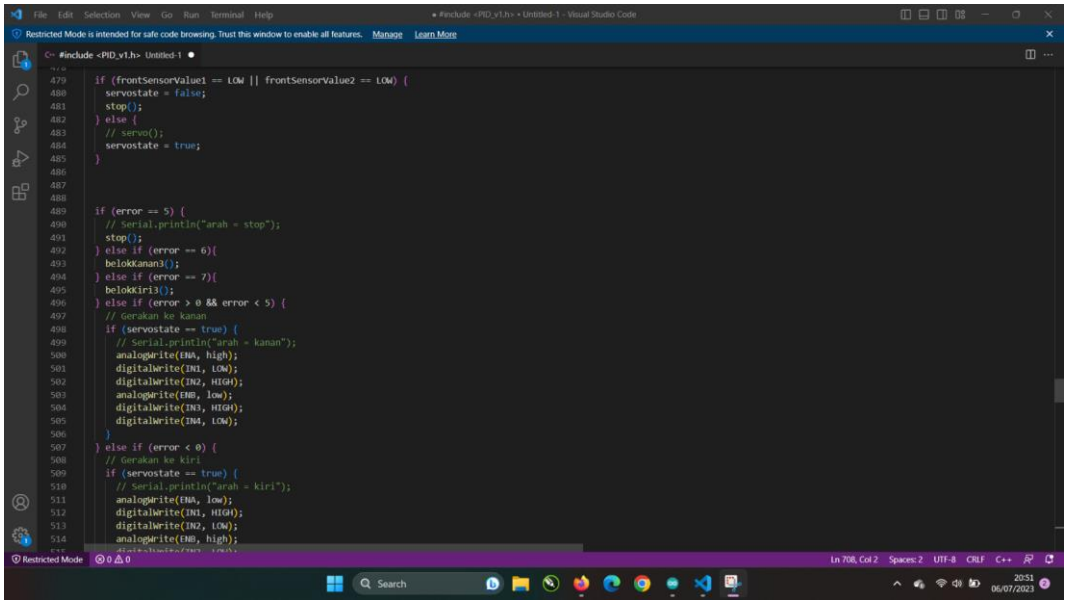
```
    // Ubah arah sweep
    direction *= -1;
    previousMillis = currentMillis;
  }

  // Perbarui sudut servo
  if (currentMillis - previousMillis >= angleStep) {
    currentAngle += direction;
    // Batasi sudut servo dalam rentang 30 - 150 derajat
    if (currentAngle <= 30 || currentAngle >= 150) {
      direction *= -1;
    }
    Serial.print("servo jalan");
    servo1.write(currentAngle);
    servo2.write(currentAngle);
    previousMillis = currentMillis;
  }
}


void lurus(){
      if ((sensorValue1 == 1) && (sensorValue2 == 1) && (sensorValue3 == 1) && (sensorValue4 == 1) && (sensorValue5 == 0)) { error = 3; }  //11110
else if ((sensorValue1 == 1) && (sensorValue2 == 1) && (sensorValue3 == 1) && (sensorValue4 == 0) && (sensorValue5 == 0)) { error = 2; }  //11100
else if ((sensorValue1 == 1) && (sensorValue2 == 1) && (sensorValue3 == 0) && (sensorValue4 == 0) && (sensorValue5 == 0)) { error = 1; }  //11000
else if ((sensorValue1 == 1) && (sensorValue2 == 0) && (sensorValue3 == 0) && (sensorValue4 == 0) && (sensorValue5 == 1)) { error = 0; }  //10001
else if ((sensorValue1 == 0) && (sensorValue2 == 0) && (sensorValue3 == 0) && (sensorValue4 == 1) && (sensorValue5 == 1)) { error = -1;}  //00011
else if ((sensorValue1 == 0) && (sensorValue2 == 0) && (sensorValue3 == 1) && (sensorValue4 == 1) && (sensorValue5 == 1)) { error = -2;}  //00111
else if ((sensorValue1 == 0) && (sensorValue2 == 1) && (sensorValue3 == 1) && (sensorValue4 == 1) && (sensorValue5 == 1)) { error = -3;}  //01111
else if ((sensorValue1 == 1) && (sensorValue2 == 1) && (sensorValue3 == 1) && (sensorValue4 == 1) && (sensorValue5 == 1)) { error = 5;}  //11111
}

void home1() {

      if     ((sensorValue4 == 1)&&(sensorValue5 == 1)&&(sensorValue6 == 1)&&(sensorValue7 == 1)&&(sensorValue8 == 1)&&(sensorValue9 == 1)&&(sensorValue10 == 1)&&(sensorValue11 == 1)&
else if  ((sensorValue4 == 1)&&(sensorValue5 == 1)&&(sensorValue6 == 1)&&(sensorValue7 == 1)&&(sensorValue8 == 1)&&(sensorValue9 == 1)&&(sensorValue10 == 1)&&(sensorValue11 == 0)&&(su
else if  ((sensorValue4 == 1)&&(sensorValue5 == 1)&&(sensorValue6 == 1)&&(sensorValue7 == 1)&&(sensorValue8 == 1)&&(sensorValue9 == 1)&&(sensorValue10 == 0)&&(sensorValue11 == 0)&&(su
else if  ((sensorValue4 == 1)&&(sensorValue5 == 1)&&(sensorValue6 == 1)&&(sensorValue7 == 1)&&(sensorValue8 == 1)&&(sensorValue9 == 1)&&(sensorValue10 == 0)&&(sensorValue11 == 0)&&(su
```



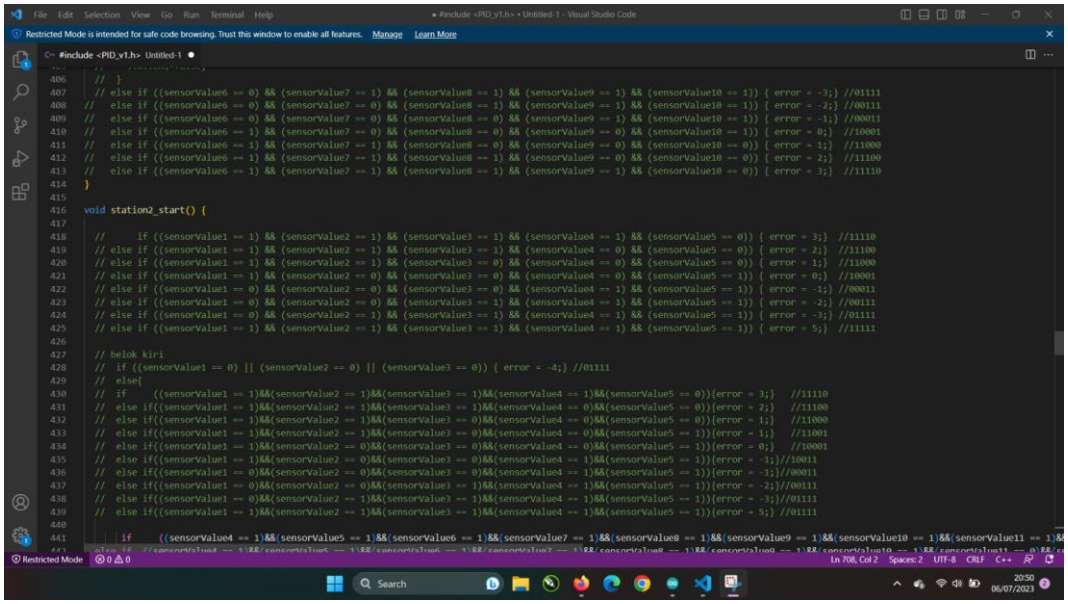
```
//   if     ((sensorValue1 == 1)&&(sensorValue2 == 1)&&(sensorValue3 == 1)&&(sensorValue4 == 1)&&(sensorValue5 == 0)){error = 3;}   //11110
//   else if((sensorValue1 == 1)&&(sensorValue2 == 1)&&(sensorValue3 == 1)&&(sensorValue4 == 0)&&(sensorValue5 == 0)){error = 2;}   //11100
//   else if((sensorValue1 == 1)&&(sensorValue2 == 1)&&(sensorValue3 == 0)&&(sensorValue4 == 0)&&(sensorValue5 == 0)){error = 1;}   //11000
//   else if((sensorValue1 == 1)&&(sensorValue2 == 1)&&(sensorValue3 == 0)&&(sensorValue4 == 0)&&(sensorValue5 == 1)){error = 1;}   //11001
//   else if((sensorValue1 == 1)&&(sensorValue2 == 0)&&(sensorValue3 == 0)&&(sensorValue4 == 0)&&(sensorValue5 == 1)){error = 0;}   //10001
//   else if((sensorValue1 == 1)&&(sensorValue2 == 0)&&(sensorValue3 == 0)&&(sensorValue4 == 1)&&(sensorValue5 == 1)){error = -1;}//10011
//   else if((sensorValue1 == 0)&&(sensorValue2 == 0)&&(sensorValue3 == 0)&&(sensorValue4 == 1)&&(sensorValue5 == 1)){error = -1;}//00011
//   else if((sensorValue1 == 0)&&(sensorValue2 == 0)&&(sensorValue3 == 1)&&(sensorValue4 == 1)&&(sensorValue5 == 1)){error = -2;}//00111
//   else if((sensorValue1 == 0)&&(sensorValue2 == 1)&&(sensorValue3 == 1)&&(sensorValue4 == 1)&&(sensorValue5 == 1)){error = -3;}//01111
//   else if((sensorValue1 == 1)&&(sensorValue2 == 1)&&(sensorValue3 == 1)&&(sensorValue4 == 1)&&(sensorValue5 == 1)){error = 5;} //01111

      if     ((sensorValue4 == 1)&&(sensorValue5 == 1)&&(sensorValue6 == 1)&&(sensorValue7 == 1)&&(sensorValue8 == 1)&&(sensorValue9 == 1)&&(sensorValue10 == 1)&&(sensorValue11 == 1)&
else if  ((sensorValue4 == 1)&&(sensorValue5 == 1)&&(sensorValue6 == 1)&&(sensorValue7 == 1)&&(sensorValue8 == 1)&&(sensorValue9 == 1)&&(sensorValue10 == 1)&&(sensorValue11 == 0)&&(su
else if  ((sensorValue4 == 1)&&(sensorValue5 == 1)&&(sensorValue6 == 1)&&(sensorValue7 == 1)&&(sensorValue8 == 1)&&(sensorValue9 == 1)&&(sensorValue10 == 0)&&(sensorValue11 == 0)&&(su
else if  ((sensorValue4 == 1)&&(sensorValue5 == 1)&&(sensorValue6 == 1)&&(sensorValue7 == 1)&&(sensorValue8 == 1)&&(sensorValue9 == 1)&&(sensorValue10 == 0)&&(sensorValue11 == 0)&&(su
else if  ((sensorValue4 == 1)&&(sensorValue5 == 1)&&(sensorValue6 == 1)&&(sensorValue7 == 1)&&(sensorValue8 == 1)&&(sensorValue9 == 0)&&(sensorValue10 == 0)&&(sensorValue11 == 0)&&(su
else if  ((sensorValue4 == 1)&&(sensorValue5 == 1)&&(sensorValue6 == 1)&&(sensorValue7 == 1)&&(sensorValue8 == 1)&&(sensorValue9 == 0)&&(sensorValue10 == 0)&&(sensorValue11 == 1)&&(su
else if  ((sensorValue4 == 1)&&(sensorValue5 == 1)&&(sensorValue6 == 1)&&(sensorValue7 == 1)&&(sensorValue8 == 0)&&(sensorValue9 == 0)&&(sensorValue10 == 0)&&(sensorValue11 == 1)&&(su
else if  ((sensorValue4 == 1)&&(sensorValue5 == 1)&&(sensorValue6 == 1)&&(sensorValue7 == 1)&&(sensorValue8 == 0)&&(sensorValue9 == 0)&&(sensorValue10 == 1)&&(sensorValue11 == 1)&&(su
else if  ((sensorValue4 == 1)&&(sensorValue5 == 1)&&(sensorValue6 == 1)&&(sensorValue7 == 0)&&(sensorValue8 == 0)&&(sensorValue9 == 0)&&(sensorValue10 == 1)&&(sensorValue11 == 1)&&(su
else if  ((sensorValue4 == 1)&&(sensorValue5 == 1)&&(sensorValue6 == 1)&&(sensorValue7 == 0)&&(sensorValue8 == 0)&&(sensorValue9 == 1)&&(sensorValue10 == 1)&&(sensorValue11 == 1)&&(su
else if  ((sensorValue4 == 1)&&(sensorValue5 == 1)&&(sensorValue6 == 0)&&(sensorValue7 == 0)&&(sensorValue8 == 0)&&(sensorValue9 == 1)&&(sensorValue10 == 1)&&(sensorValue11 == 1)&&(su
else if  ((sensorValue4 == 1)&&(sensorValue5 == 1)&&(sensorValue6 == 0)&&(sensorValue7 == 0)&&(sensorValue8 == 1)&&(sensorValue9 == 1)&&(sensorValue10 == 1)&&(sensorValue11 == 1)&&(su
else if  ((sensorValue4 == 1)&&(sensorValue5 == 0)&&(sensorValue6 == 0)&&(sensorValue7 == 0)&&(sensorValue8 == 1)&&(sensorValue9 == 1)&&(sensorValue10 == 1)&&(sensorValue11 == 1)&&(su
else if  ((sensorValue4 == 1)&&(sensorValue5 == 0)&&(sensorValue6 == 0)&&(sensorValue7 == 1)&&(sensorValue8 == 1)&&(sensorValue9 == 1)&&(sensorValue10 == 1)&&(sensorValue11 == 1)&&(su
else if  ((sensorValue4 == 0)&&(sensorValue5 == 0)&&(sensorValue6 == 0)&&(sensorValue7 == 1)&&(sensorValue8 == 1)&&(sensorValue9 == 1)&&(sensorValue10 == 1)&&(sensorValue11 == 1)&&(su
else if  ((sensorValue4 == 0)&&(sensorValue5 == 0)&&(sensorValue6 == 1)&&(sensorValue7 == 1)&&(sensorValue8 == 1)&&(sensorValue9 == 1)&&(sensorValue10 == 1)&&(sensorValue11 == 1)&&(su
else if  ((sensorValue4 == 0)&&(sensorValue5 == 1)&&(sensorValue6 == 1)&&(sensorValue7 == 1)&&(sensorValue8 == 1)&&(sensorValue9 == 1)&&(sensorValue10 == 1)&&(sensorValue11 == 1)&&(su
else if  ((sensorValue4 == 1)&&(sensorValue5 == 1)&&(sensorValue6 == 1)&&(sensorValue7 == 1)&&(sensorValue8 == 1)&&(sensorValue9 == 1)&&(sensorValue10 == 1)&&(sensorValue11 == 1)&&(su
else if  ((sensorValue4 == 1)&&(sensorValue5 == 1)&&(sensorValue6 == 1)&&(sensorValue7 == 1)&&(sensorValue8 == 1)&&(sensorValue9 == 1)&&(sensorValue10 == 1)&&(sensorValue11 == 1)&&(su
else if  ((sensorValue4 == 1)&&(sensorValue5 == 1)&&(sensorValue6 == 1)&&(sensorValue7 == 1)&&(sensorValue8 == 1)&&(sensorValue9 == 1)&&(sensorValue10 == 1)&&(sensorValue11 == 1)&&(su



//  }

// if (error == 5){
//   station1=false;
```


File Edit Selection View Go Run Terminal Help
• #include <PID_v1.h> • Untitled-1 - Visual Studio Code
Restricted Mode is intended for safe code browsing. Trust this window to enable all features. Manage Learn More
#include <PID_v1.h> Untitled-1
void station1_start() {
Restricted Mode
Ln 708, Col 2 Spaces: 2 UTF-8 CRLF C++
Search
20:50
06/07/2023

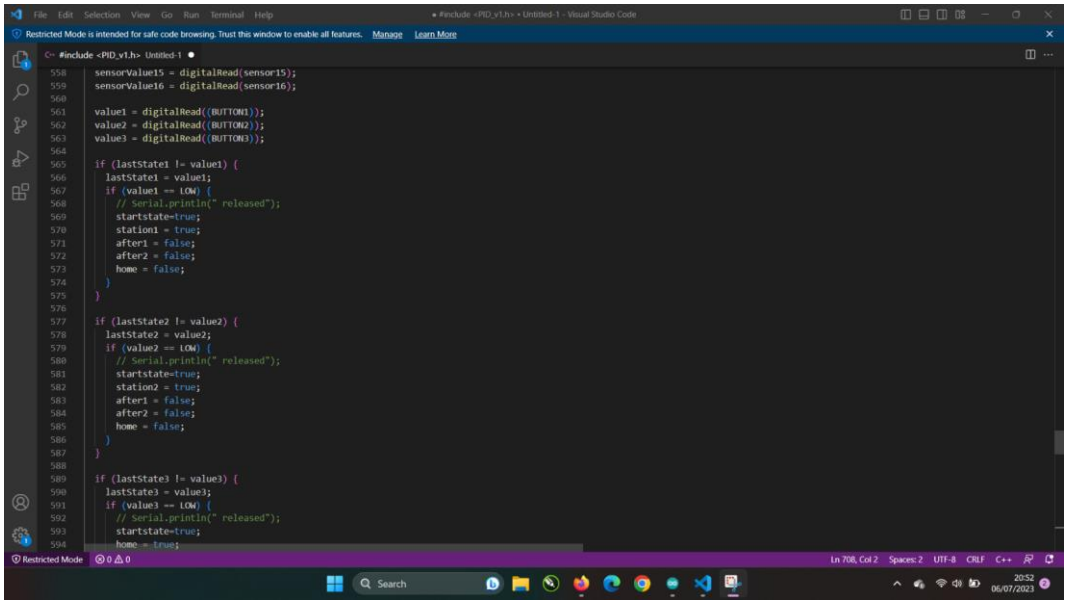

File Edit Selection View Go Run Terminal Help
• #include <PID_v1.h> • Untitled-1 - Visual Studio Code
Restricted Mode is intended for safe code browsing. Trust this window to enable all features. Manage Learn More
#include <PID_v1.h> Untitled-1
void start() {
Restricted Mode
Ln 708, Col 2 Spaces: 2 UTF-8 CRLF C++
Search
20:51
06/07/2023



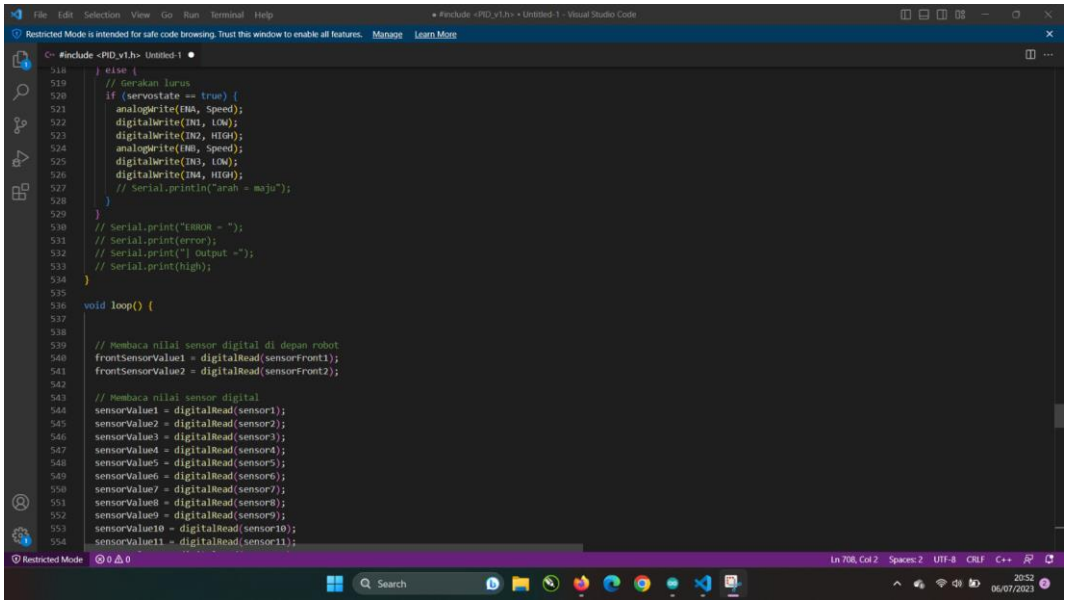
```
  if (frontSensorValue1 == LOW || frontSensorValue2 == LOW) {
    servostate = false;
    stop();
  } else {
    // servo();
    servostate = true;
  }



  if (error == 5) {
    // Serial.println("arah = stop");
    stop();
  } else if (error == 6){
    belokKanan3();
  } else if (error == 7){
    belokKiri3();
  } else if (error > 0 && error < 5) {
    // Gerakan ke kanan
    if (servostate == true) {
      // Serial.println("arah = kanan");
      analogWrite(ENA, high);
      digitalWrite(IN1, LOW);
      digitalWrite(IN2, HIGH);
      analogWrite(ENB, low);
      digitalWrite(IN3, HIGH);
      digitalWrite(IN4, LOW);
    }
  } else if (error < 0) {
    // Gerakan ke kiri
    if (servostate == true) {
      // Serial.println("arah = kiri");
      analogWrite(ENA, low);
      digitalWrite(IN1, HIGH);
      digitalWrite(IN2, LOW);
      analogWrite(ENB, high);
```



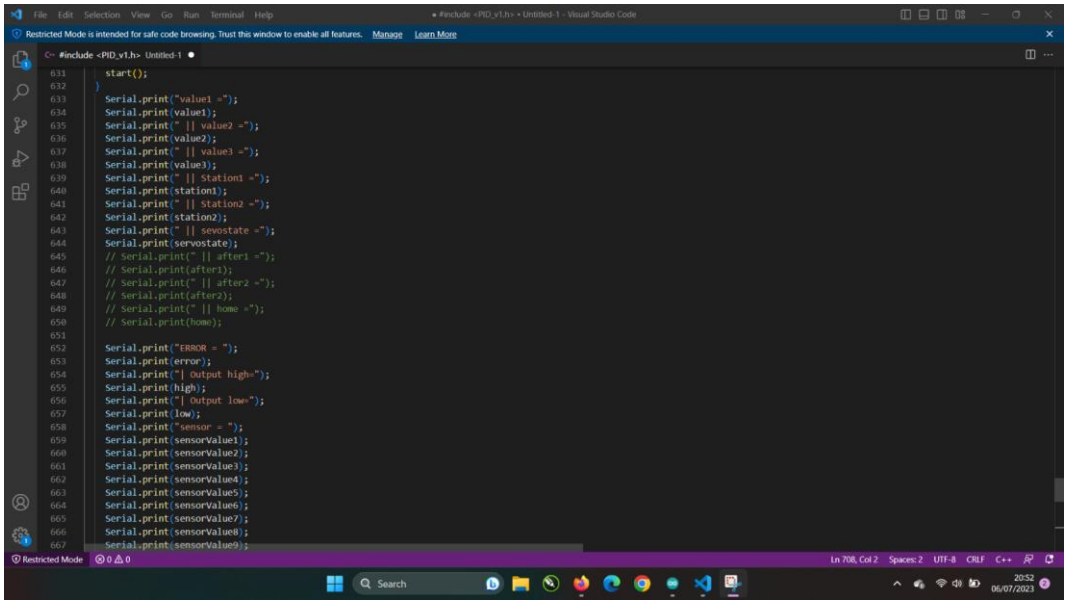
```
  //  }
  // else if ((sensorValue6 == 0) && (sensorValue7 == 1) && (sensorValue8 == 1) && (sensorValue9 == 1) && (sensorValue10 == 1)) { error = -3;} //01111
  //   else if ((sensorValue6 == 0) && (sensorValue7 == 0) && (sensorValue8 == 1) && (sensorValue9 == 1) && (sensorValue10 == 1)) { error = -2;} //00111
  //   else if ((sensorValue6 == 0) && (sensorValue7 == 0) && (sensorValue8 == 0) && (sensorValue9 == 1) && (sensorValue10 == 1)) { error = -1;} //00011
  //   else if ((sensorValue6 == 1) && (sensorValue7 == 0) && (sensorValue8 == 0) && (sensorValue9 == 0) && (sensorValue10 == 1)) { error = 0;}  //10001
  //   else if ((sensorValue6 == 1) && (sensorValue7 == 1) && (sensorValue8 == 0) && (sensorValue9 == 0) && (sensorValue10 == 0)) { error = 1;}  //11000
  //   else if ((sensorValue6 == 1) && (sensorValue7 == 1) && (sensorValue8 == 1) && (sensorValue9 == 0) && (sensorValue10 == 0)) { error = 2;}  //11100
  //   else if ((sensorValue6 == 1) && (sensorValue7 == 1) && (sensorValue8 == 1) && (sensorValue9 == 1) && (sensorValue10 == 0)) { error = 3;}  //11110
  }

  void station2_start() {

  //       if ((sensorValue1 == 1) && (sensorValue2 == 1) && (sensorValue3 == 1) && (sensorValue4 == 1) && (sensorValue5 == 0)) { error = 3;}  //11110
  //   else if ((sensorValue1 == 1) && (sensorValue2 == 1) && (sensorValue3 == 1) && (sensorValue4 == 0) && (sensorValue5 == 0)) { error = 2;}  //11100
  //   else if ((sensorValue1 == 1) && (sensorValue2 == 1) && (sensorValue3 == 0) && (sensorValue4 == 0) && (sensorValue5 == 0)) { error = 1;}  //11000
  //   else if ((sensorValue1 == 1) && (sensorValue2 == 0) && (sensorValue3 == 0) && (sensorValue4 == 0) && (sensorValue5 == 1)) { error = 0;}  //10001
  //   else if ((sensorValue1 == 0) && (sensorValue2 == 0) && (sensorValue3 == 0) && (sensorValue4 == 1) && (sensorValue5 == 1)) { error = -1;} //00011
  //   else if ((sensorValue1 == 0) && (sensorValue2 == 0) && (sensorValue3 == 1) && (sensorValue4 == 1) && (sensorValue5 == 1)) { error = -2;} //00111
  //   else if ((sensorValue1 == 0) && (sensorValue2 == 1) && (sensorValue3 == 1) && (sensorValue4 == 1) && (sensorValue5 == 1)) { error = -3;} //01111
  //   else if ((sensorValue1 == 1) && (sensorValue2 == 1) && (sensorValue3 == 1) && (sensorValue4 == 1) && (sensorValue5 == 1)) { error = 5;}  //11111

    // belok kiri
    //  if ((sensorValue1 == 0) || (sensorValue2 == 0) || (sensorValue3 == 0)) { error = -4;} //01111
    //  else{
    //  if     ((sensorValue1 == 1)&&(sensorValue2 == 1)&&(sensorValue3 == 1)&&(sensorValue4 == 1)&&(sensorValue5 == 0)){error = 3;}   //11110
    //  else if((sensorValue1 == 1)&&(sensorValue2 == 1)&&(sensorValue3 == 1)&&(sensorValue4 == 0)&&(sensorValue5 == 0)){error = 2;}   //11100
    //  else if((sensorValue1 == 1)&&(sensorValue2 == 1)&&(sensorValue3 == 0)&&(sensorValue4 == 0)&&(sensorValue5 == 0)){error = 1;}   //11000
    //  else if((sensorValue1 == 1)&&(sensorValue2 == 1)&&(sensorValue3 == 0)&&(sensorValue4 == 0)&&(sensorValue5 == 1)){error = 1;}   //11001
    //  else if((sensorValue1 == 1)&&(sensorValue2 == 0)&&(sensorValue3 == 0)&&(sensorValue4 == 0)&&(sensorValue5 == 1)){error = 0;}   //10001
    //  else if((sensorValue1 == 1)&&(sensorValue2 == 0)&&(sensorValue3 == 0)&&(sensorValue4 == 1)&&(sensorValue5 == 1)){error = -1;}//10011
    //  else if((sensorValue1 == 0)&&(sensorValue2 == 0)&&(sensorValue3 == 0)&&(sensorValue4 == 1)&&(sensorValue5 == 1)){error = -1;}//00011
    //  else if((sensorValue1 == 0)&&(sensorValue2 == 0)&&(sensorValue3 == 1)&&(sensorValue4 == 1)&&(sensorValue5 == 1)){error = -2;}//00111
    //  else if((sensorValue1 == 0)&&(sensorValue2 == 1)&&(sensorValue3 == 1)&&(sensorValue4 == 1)&&(sensorValue5 == 1)){error = -3;}//01111
    //  else if((sensorValue1 == 1)&&(sensorValue2 == 1)&&(sensorValue3 == 1)&&(sensorValue4 == 1)&&(sensorValue5 == 1)){error = 5;} //01111


        if     ((sensorValue4 == 1)&&(sensorValue5 == 1)&&(sensorValue6 == 1)&&(sensorValue7 == 1)&&(sensorValue8 == 1)&&(sensorValue9 == 1)&&(sensorValue10 == 1)&&(sensorValue11 == 1)&
```

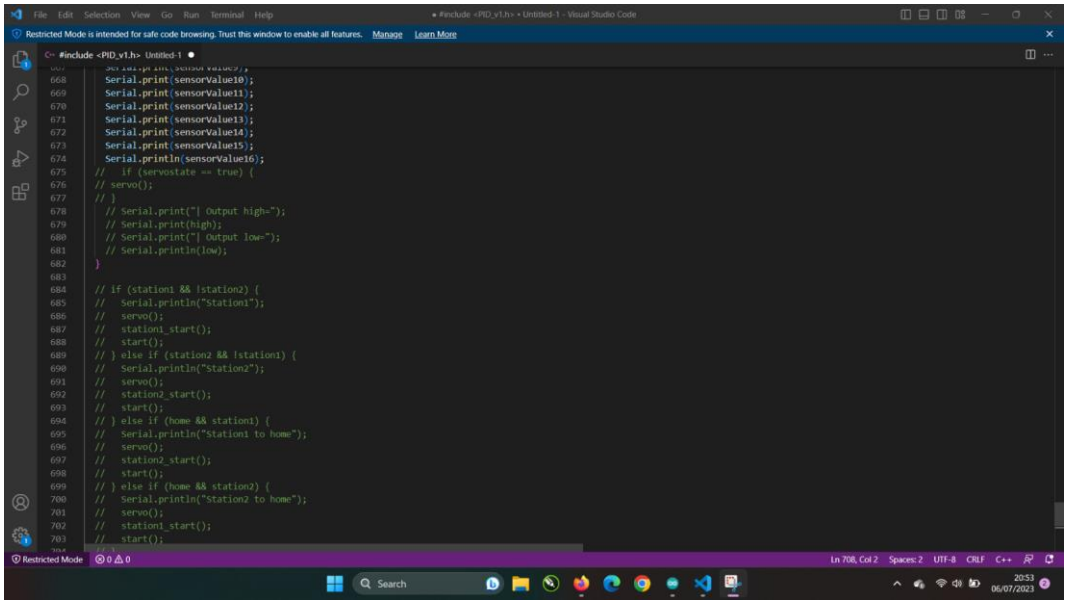


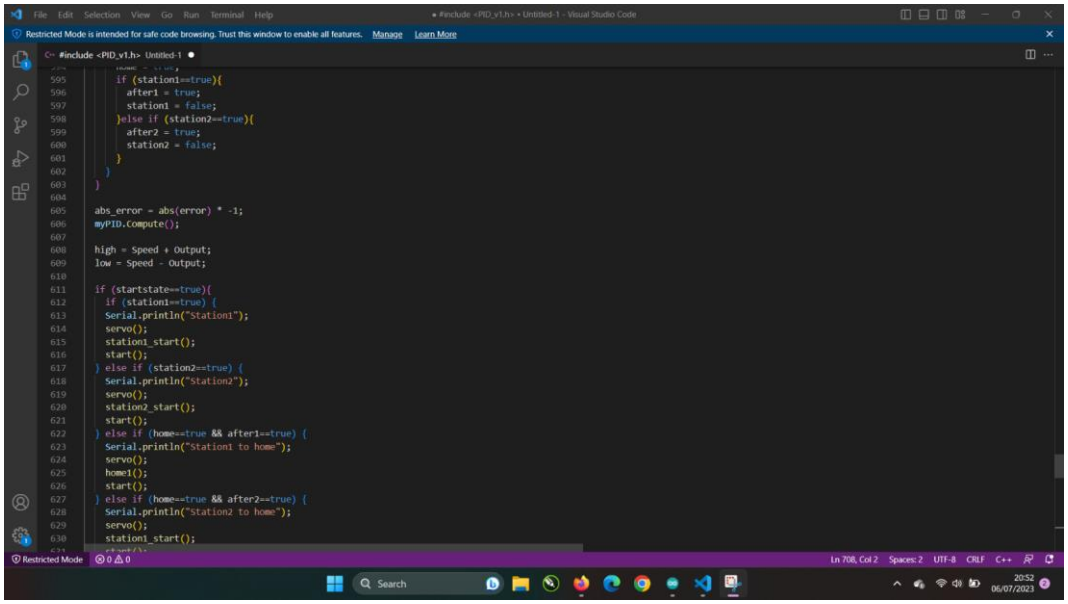
```
  sensorValue15 = digitalRead(sensor15);
  sensorValue16 = digitalRead(sensor16);

  value1 = digitalRead((BUTTON1));
  value2 = digitalRead((BUTTON2));
  value3 = digitalRead((BUTTON3));

  if (laststate1 != value1) {
    laststate1 = value1;
    if (value1 == LOW) {
      // Serial.println(" released");
      startstate=true;
      station1 = true;
      after1 = false;
      after2 = false;
      home = false;
    }
  }

  if (laststate2 != value2) {
    laststate2 = value2;
    if (value2 == LOW) {
      // Serial.println(" released");
      startstate=true;
      station2 = true;
      after1 = false;
      after2 = false;
      home = false;
    }
  }

  if (laststate3 != value3) {
    laststate3 = value3;
    if (value3 == LOW) {
      // Serial.println(" released");
      startstate=true;
      home = true;
```

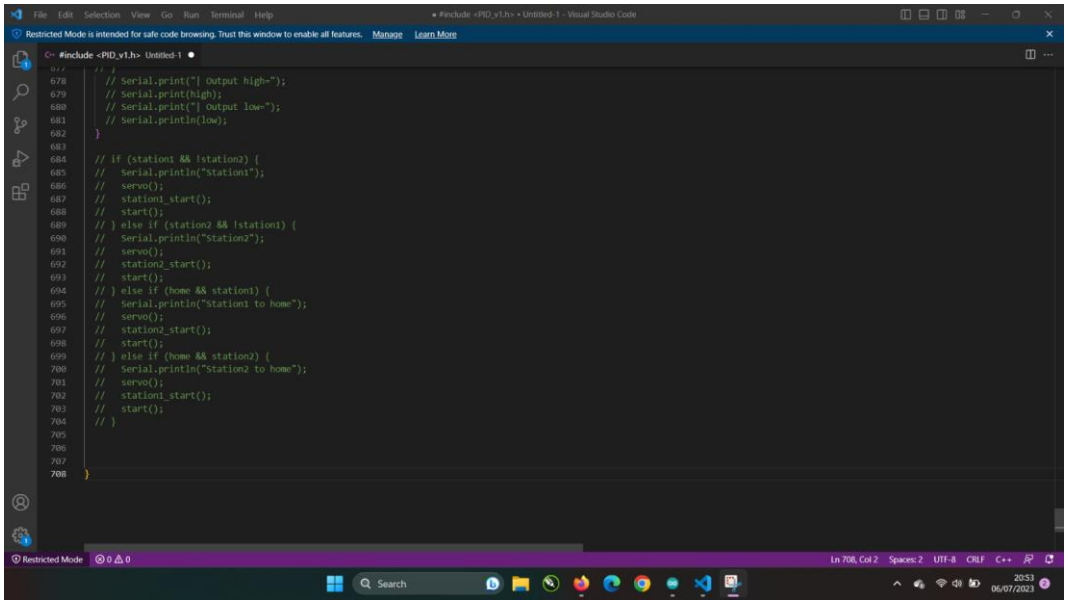


```
    } else {
      // Gerakan lurus
      if (servostate == true) {
        analogWrite(ENA, Speed);
        digitalWrite(IN1, LOW);
        digitalWrite(IN2, HIGH);
        analogWrite(ENB, Speed);
        digitalWrite(IN3, LOW);
        digitalWrite(IN4, HIGH);
        // Serial.println("arah = maju");
      }
    }
    // Serial.print("ERROR = ");
    // Serial.print(error);
    // Serial.print("| Output =");
    // Serial.print(high);
}

void loop() {


  // Membaca nilai sensor digital di depan robot
  frontSensorValue1 = digitalRead(sensorFront1);
  frontSensorValue2 = digitalRead(sensorFront2);

  // Membaca nilai sensor digital
  sensorValue1 = digitalRead(sensor1);
  sensorValue2 = digitalRead(sensor2);
  sensorValue3 = digitalRead(sensor3);
  sensorValue4 = digitalRead(sensor4);
  sensorValue5 = digitalRead(sensor5);
  sensorValue6 = digitalRead(sensor6);
  sensorValue7 = digitalRead(sensor7);
  sensorValue8 = digitalRead(sensor8);
  sensorValue9 = digitalRead(sensor9);
  sensorValue10 = digitalRead(sensor10);
  sensorValue11 = digitalRead(sensor11);
```


File Edit Selection View Go Run Terminal Help
• #include <PID_v1.h> • Untitled-1 - Visual Studio Code
Restricted Mode is intended for safe code browsing. Trust this window to enable all features. Manage Learn More
#include <PID_v1.h> Untitled-1
start();
}
Serial.print("value1 =");
Serial.print(value1);
Serial.print(" || value2 =");
Serial.print(value2);
Serial.print(" || value3 =");
Serial.print(value3);
Serial.print(" || station1 =");
Serial.print(station1);
Serial.print(" || station2 =");
Serial.print(station2);
Serial.print(" || sevostate =");
Serial.print(servostate);
// Serial.print(" || after1 =");
// Serial.print(after1);
// Serial.print(" || after2 =");
// Serial.print(after2);
// Serial.print(" || home =");
// Serial.print(home);
Serial.print("ERROR = ");
Serial.print(error);
Serial.print("| Output high=");
Serial.print(high);
Serial.print("| Output low=");
Serial.print(low);
Serial.print("sensor = ");
Serial.print(sensorValue1);
Serial.print(sensorValue2);
Serial.print(sensorValue3);
Serial.print(sensorValue4);
Serial.print(sensorValue5);
Serial.print(sensorValue6);
Serial.print(sensorValue7);
Serial.print(sensorValue8);
Serial.print(sensorValue9);
Restricted Mode
Ln 708, Col 2 Spaces: 2 UTF-8 CRLF C++
Search
20:52
06/07/2023


File Edit Selection View Go Run Terminal Help
• #include <PID_v1.h> • Untitled-1 - Visual Studio Code
Restricted Mode is intended for safe code browsing. Trust this window to enable all features. Manage Learn More
#include <PID_v1.h> Untitled-1
Serial.print(sensorValue10);
Serial.print(sensorValue11);
Serial.print(sensorValue12);
Serial.print(sensorValue13);
Serial.print(sensorValue14);
Serial.print(sensorValue15);
Serial.println(sensorValue16);
// if (servostate == true) {
// servo();
// }
// Serial.print("| Output high=");
// Serial.print(high);
// Serial.print("| Output low=");
// Serial.println(low);
}
// if (station1 && !station2) {
// Serial.println("Station1");
// servo();
// station1_start();
// start();
// } else if (station2 && !station1) {
// Serial.println("Station2");
// servo();
// station2_start();
// start();
// } else if (home && station1) {
// Serial.println("Station1 to home");
// servo();
// station2_start();
// start();
// } else if (home && station2) {
// Serial.println("Station2 to home");
// servo();
// station1_start();
// start();
Restricted Mode
Ln 708, Col 2 Spaces: 2 UTF-8 CRLF C++
Search
20:53
06/07/2023


File Edit Selection View Go Run Terminal Help
• #include <PID_v1.h> • Untitled-1 - Visual Studio Code
Restricted Mode is intended for safe code browsing. Trust this window to enable all features. Manage Learn More
#include <PID_v1.h> Untitled-1
if (station1==true){
after1 = true;
station1 = false;
}else if (station2==true){
after2 = true;
station2 = false;
}
}
}
abs_error = abs(error) * -1;
myPID.Compute();
high = Speed + Output;
low = Speed - Output;
if (startstate==true){
if (station1==true) {
Serial.println("Station1");
servo();
station1_start();
start();
} else if (station2==true) {
Serial.println("Station2");
servo();
station2_start();
start();
} else if (home==true && after1==true) {
Serial.println("Station1 to home");
servo();
home1();
start();
} else if (home==true && after2==true) {
Serial.println("Station2 to home");
servo();
station1_start();
Restricted Mode
0 0
Ln 708, Col 2 Spaces: 2 UTF-8 CRLF C++
Search
20:52
06/07/2023


File Edit Selection View Go Run Terminal Help
• #include <PID_v1.h> • Untitled-1 - Visual Studio Code
Restricted Mode is intended for safe code browsing. Trust this window to enable all features. Manage Learn More
#include <PID_v1.h> Untitled-1
// Serial.print("| Output high=");
// Serial.print(high);
// Serial.print("| Output low=");
// Serial.println(low);
}
// if (station1 && !station2) {
// Serial.println("Station1");
// servo();
// station1_start();
// start();
// } else if (station2 && !station1) {
// Serial.println("Station2");
// servo();
// station2_start();
// start();
// } else if (home && station1) {
// Serial.println("Station1 to home");
// servo();
// station2_start();
// start();
// } else if (home && station2) {
// Serial.println("Station2 to home");
// servo();
// station1_start();
// start();
// }
}
Restricted Mode
0 0
Ln 708, Col 2 Spaces: 2 UTF-8 CRLF C++
Search
20:53
06/07/2023